

2003 P 00069



33

DE 195 26 001 A 1

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 **Offenlegungsschrift**
10 **DE 195 26 001 A 1**

51 Int. Cl.⁶:
H 04 L 12/00
H 04 L 12/56

21 Aktenzeichen: 195 26 001.5
22 Anmeldetag: 17. 7. 95
43 Offenlegungstag: 1. 2. 96

30 Unionspriorität: 32 33 31
19.07.94 JP 166856/94
71 Anmelder:
NEC Corp., Tokio/Tokyo, JP
74 Vertreter:
Vossius & Partner, 81675 München

72 Erfinder:
Suzuki, Hiroshi, Tokio/Tokyo, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Verfahren zur automatischen Ermittlung der Topologie eines ATM-Netzes

57 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Netztopologie-Ermittlungsverfahren zu schaffen, das physikalische Anschlußbeziehungen jeder ATM-Vermittlung und jedes ATM-Terminals innerhalb eines ATM-Netzes automatisch erkennt. Jede ATM-Vermittlung und jedes ATM-Terminal tauschen für jeden ATM-Port der ATM-Vermittlung bzw. des ATM-Terminals nach dem ILMI-Protokoll sowohl Portkennungen, die jeden Port identifizieren, als auch Netzadressen von Netzmanagement-Agents, welche die ATM-Vermittlung bzw. das ATM-Terminal verwalten, mit benachbarten ATM-Vermittlungen bzw. benachbarten ATM-Terminals aus, welche direkt mit den Ports verbunden sind. Entsprechend diesem Austausch hält jede ATM-Vermittlung und jedes ATM-Terminal für jeden ATM-Port Tabellen, in denen Korrespondenzen von Portkennungen gespeichert sind, welche die Identitäten der angeschlossenen Ports sowie Netzadressen von Netzmanagement-Agents angeben, die benachbarte ATM-Vermittlungen und benachbarte ATM-Terminals verwalten, welche direkt mit diesen Ports verbunden sind. ATM-Vermittlungen bzw. ATM-Terminals erkennen automatisch lokale Anschlußbeziehungen zu benachbarten ATM-Vermittlungen bzw. ATM-Terminals, und Netzmanagementsysteme erkennen durch Zugriff auf Anschlußinformationen automatisch die physikalischen Anschlußbeziehungen jeder ATM-Vermittlung und jedes ATM-Terminals innerhalb eines ATM-Netzes. Insbesondere kann ein Netzmanagementsystem unabhängig davon, ob es innerhalb oder außerhalb des ATM-Netzes ...

DE 195 26 001 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Ermittlungsverfahren für eine Netztopologie, wobei ATM-Vermittlungen oder ATM-Terminals lokale Anschlußbeziehungen zu benachbarten ATM-Vermittlungen oder ATM-Terminals automatisch erkennen, und wobei ein Netzmanagementsystem durch Zugriff auf die Anschlußinformationen automatisch die physikalischen Anschlußbeziehungen zwischen jeder ATM-Vermittlung und jedem ATM-Terminal innerhalb eines ATM-Netzes erkennt, und die Erfindung betrifft insbesondere ein Verfahren zur automatischen Ermittlung einer ATM-Netztopologie, bei dem das Netzmanagementsystem unabhängig davon, ob es innerhalb oder außerhalb des ATM-Netzes existiert, die ATM-Netzkonfiguration gleichermaßen erkennen kann, und betrifft darüberhinaus ein Verfahren zur automatischen Ermittlung einer ATM-Netztopologie, das sich leicht mit einem Verfahren integrieren läßt, das automatisch andere Einrichtungen als ein ATM-Netz erkennt, denen eine ATM-Schnittstelle fehlt, wie z. B. einen Adreßumsetzer bzw. Router oder einen Host-Rechner bzw. Host.

Als System zur automatischen Ermittlung der Netztopologie von IP-Einrichtungen (Einrichtungen mit Internet-Protokoll) gemäß bekannten Netzmanagementsystemen gibt es ein automatisches IP-Knotenermittlungssystem, das eine automatische Ermittlung der Netztopologie des existierenden Internets durchführt.

Nach dem automatischen IP-Knotenermittlungssystem ermittelt ein Netzmanagementsystem automatisch die Anschlußbeziehungen von Terminals, Routern oder Brücken mit einer Ip-Adresse und erkennt diese Anschlußbeziehungen. Als Beispiel für ein automatisches IP-Knotenermittlungsverfahren beschreibt Ookane das automatische Hewlett Packard-IP-Knotenermittlungsverfahren (Ookane, Hisao, SRC Handbook; SNMP und CMIP, TCO/IP und OSI Network Management). Dieses Verfahren läßt sich wie folgt zusammenfassen:

Nach diesem automatischen IP-Knotenermittlungsverfahren liest das Netzmanagementsystem (im folgenden als "NMS" abgekürzt) innerhalb des gleichen Teilnetzes eine Management Information Base (MIB) für eine MAC-IP-Adressenumwandlung, die in jedem Knoten mit Hilfe eines einfachen Netzmanagementprotokolls (SNMP) in einem ARP-Cache-Speicher abgelegt wird, und ermittelt Knoten (Gateways oder Terminals mit einem IP), indem es jede Knotenadresse mit Hilfe eines "ICMP-Echo"-Befehls bestätigt. Durch diese Ermittlung erkennt das NMS IP-Knoten, die mehrere Schnittstellen als Gateways (Router) aufweisen. Wenn das NMS einen mit dem gleichen Netz verbundenen Gateway-Knoten erkennt, dann ermittelt es ferner IP-Knoten, die mit Teilnetzen verbunden sind, welche mit diesem Router verknüpft sind, indem es auf ARP-Cache-Tabellen zugreift, die sich auf andere, mit diesem Gateway zusätzlich verknüpfte Teilnetze beziehen. Durch Wiederholung der Operationen von diesem Punkt an erkennt das NMS automatisch die Verbindungstopologie zwischen Knoten und Gateways innerhalb jedes Netzes.

Nachstehend wird anhand von Fig. 1 ein Beispiel zum Stand der Technik erläutert.

In diesem Falle basiert das Netzmanagementsystem (NMS) auf einem einfachen Netzmanagementprotokoll (SNMP). Das ATM-Terminal ist ein Router, eine Brücke oder ein Host-Rechner mit einer ATM-Schnittstelle. In Fig. 1 sind Router 1, Host 1, Host 3, Host 4 und NMS-A ATM-Terminals. Die ATM-Vermittlungen sind Sw1, Sw2, Sw3 und Sw4. Es existieren zwei NMS: NMS-A, das direkt mit dem ATM-Netz verbunden ist, und NMS-B, das außerhalb des ATM-Netzes liegt. NMS-B ist ebenso wie das Nicht-ATM-Terminal Host 2 mit dem Ethernet verbunden und verwaltet jede ATM-Vermittlung innerhalb des ATM-Netzes mit Hilfe des Routers 1.

In Fig. 1 sind ATM-Verbindungen durch dick ausgezogene Linien dargestellt, wobei an beiden Enden dieser Verbindungen ATM-Vermittlungen oder ATM-Terminal-Portkennungen angegeben sind. Portkennungen ermöglichen, daß jede ATM-Vermittlung bzw. jedes ATM-Terminal selbständig jeden Port identifiziert.

In Fig. 2 sind Umwandlungstabellen für MAC-Adressen und IP-Adressen dargestellt, die in einem bekannten LAN verwendet werden. Port 2 ist eine Ethernet-Schnittstelle, in der die MAC-Adressen und die IP-Adressen von Host 2 und NMS-B in einem Cache-Speicher abgelegt sind. Port 1 ist eine ATM-Schnittstelle, und hier sind ATM-Adressen und IP-Adressen von SNMP-Agents von Host 1, Host 3, Host 4, Sw1, Sw2, Sw3/4 in einem Cache-Speicher abgelegt. ATM-Adressen und IP-Adressen erhält man beide durch das ARP-Protokoll.

Nach dem bekannten automatischen IP-Knotenermittlungsverfahren kann der Typ des mit jeder Schnittstelle verbundenen IP-Knotens durch Zugriff auf die Tabelle von Fig. 2 ermittelt werden; da aber insbesondere im Falle eines ATM-Netzes die physikalischen Anschlußbeziehungen, wie z. B. die Identitäten der zwischen ATM-Vermittlungen und/oder ATM-Terminals geschalteten Anschlüsse, nicht dargestellt sind, ist das automatische IP-Knotenermittlungsverfahren nicht auf das ATM-Netzkonfigurationsmanagement anwendbar. Außerdem kann man mit dem automatischen IP-Knotenermittlungsverfahren zwar die IP-Adresse einer ATM-Vermittlung oder eines ATM-Terminals innerhalb des ATM-Netzes durch Zugriff auf diese Tabelle erhalten, da diese Adresseninformationen grundsätzlich durch ARP-Betrieb gewonnen werden, aber in Fällen, wo keine Kommunikation erfolgt, d. h. wenn das Vorhandensein eines Knotens nicht erkannt wird, werden diese Adresseninformationen nicht ermittelt, und da diese Informationen in einem Cache-Speicher abgelegt werden, gehen sie im Falle einer "Zeitüberschreitung" verloren, wodurch die Erkennung verzögert wird, selbst wenn sich die Netzkonfiguration ändert. Außerdem kann zwar das automatische IP-Knotenermittlungssystem diese ARP-Informationen durch Senden von Broadcast-Paketen erhalten, aber ein solches Verfahren ist ineffizient, da es das Kopieren zahlreicher Broadcast-Pakete innerhalb des ATM-Netzes erfordert.

Ferner ist, wie im folgenden erläutert wird, das oben beschriebene automatische IP-Knotenermittlungsverfahren nicht in der Lage, die Netzanschlußkonfiguration von ATM-Terminals zu erkennen, wie z. B. von ATM-Routern/ATM-Brücken/ATM-Hosts mit ATM-Vermittlungen und ATM-Schnittstellen, die an ein ATM-Netz angeschlossen sind.

Das existierende automatische IP-Knotenermittlungsverfahren ist für Fälle vorgesehen, in denen mit jedem einzelnen Teilnetz verbundene ATM-Terminals an ein zentrales Mediennetz angeschlossen werden, wie z. B. an einen Ring oder an ein Ethernet oder einen Token-Ringbus, oder für Fälle, in denen zwei Einrichtungen von

Punkt zu Punkt durch eine Telefonleitung oder Einzelanschlußleitung miteinander verbunden sind. Dementsprechend beschränkt sich die Anschlußbeziehung für jede Einrichtung in einem Teilnetz auf eine einfache Bus/Ring/Punkt-zu-Punkt-Schaltung. Im Gegensatz dazu muß ein Netzkonfigurationsmanagement für ein ATM-Netz, das ein Netz, in dem eine oder mehrere ATM-Vermittlungen in einer freien Verbindungstopologie miteinander verbunden sind und in dem mit jeder ATM-Vermittlung ein ATM-Terminal verbunden ist, als ein IP-Teilnetz betrachtet, Konfigurationsinformationen verwalten, zu denen nicht nur die Anschlußbeziehungen jeder ATM-Vermittlung innerhalb eines Teilnetzes gehören, sondern auch die verschiedenen Identitäten von Ports, mit denen ATM-Vermittlungen und ATM-Terminals verbunden sind. Folglich kann die Verwaltung von Anschlußbeziehungen und Konfigurationsinformationen nicht durch das existierende automatische Ermittlungsverfahren für die Internet-Netztopologie entsprechend dem automatischen IP-Knotenermittlungsverfahren erreicht werden, das nur die Positionsbeziehungen von ATM-Terminals erkennen kann, die einfach durch ein zentrales Medium oder durch Punkt-zu-Punkt-Schaltungen innerhalb eines Teilnetzes verbunden sind.

Ein automatisches Netzkonfigurations-Erkennungssystem in einem ATM-Netz wird in "Network management system for Multimedia ATM-LAN" (Netzmanagementsystem für Multimedia-ATM-LAN) (NTT R&D Report, März 1993) vorgeschlagen. In diesem System tauscht jede ATM-Vermittlung innerhalb eines ATM-Netzes mit benachbarten ATM-Vermittlungen Informationen aus, jede ATM-Vermittlung stellt automatisch ATM-Verbindungen her, sofern sie mit dem ATM-Netz durch ein NMS verbunden ist, und dadurch, daß jede ATM-Vermittlung die Anschlußbeziehungen jeder ATM-Vermittlung an das NMS mitteilt, erkennt das NMS automatisch die Anschlußbeziehungen des ATM-Netzes.

Dieses System arbeitet jedoch unter der Bedingung, daß das NMS mit dem ATM-Netz verbunden ist, und ist im Falle eines NMS, das außerhalb des ATM-Netzes existiert, nicht anwendbar. Dieses System funktioniert auch nicht als automatisches Netzkonfigurations-Erkennungsverfahren für das existierende Internet, wie das oben beschriebene automatische IP-Knotenermittlungsverfahren. Wenn daher das Internet durch ein ATM-Netz realisiert wird, muß dieses System ein ATM-Netzkonfigurationsmanagement und ein Internet-Konfigurationsmanagement getrennt voneinander aufweisen. Mit anderen Worten, es existiert gegenwärtig noch kein Verfahren, das die gleichzeitige automatische Erkennung der Netzkonfiguration sowohl für das existierende Internet als auch für ein ATM-Netz gestattet. Dieses System hat ferner den Nachteil, daß bei einer Verbindung mehrerer ATM-Netze durch einen Router für jedes ATM-Netz ein separates NMS erforderlich ist, das heißt, daß die gesamte Netzkonfiguration nicht durch ein einziges NMS erkannt werden kann. Wenn ferner mehrere Verbindungen zwischen ATM-Vermittlungen vorhanden sind, kann man keine Informationen darüber erhalten, welcher Port einer benachbarten ATM-Vermittlung mit jedem einzelnen Port jeder einzelnen ATM-Vermittlung verbunden ist.

Außerdem initiiert dieses System die Herstellung von Verbindungen von ATM-Vermittlungen zu dem NMS, im Gegensatz zum IP-Ermittlungssystem, das jede Internet-Einrichtung vom NMS aus sucht, mit dem Ergebnis, daß die beiden Systeme völlig inkompatibel und schwer integrierbar sind.

Schließlich müssen in jeder ATM-Vermittlung das Leitwegprotokoll mit einer ATM-Vermittlung, das Adressenregistrierungsprotokoll mit einem ATM-Terminal und das Zellenformat an jedem Port in Abhängigkeit davon eingestellt werden, ob der jeweilige Port eine Netzknotenschnittstelle (NNI) oder eine Teilnehmer-Netz-Schnittstelle (UNI) ist. Da die Festlegung dieser Einstellungen nach dem Stand der Technik nur von Hand erfolgen kann, ist bei jeder Veränderung der Netztopologie ein Netzmanager gezwungen, die Einstellungen von Hand vorzunehmen.

Die vorliegende Erfindung schafft ein Netztopologie-Ermittlungsverfahren, bei dem eine ATM-Vermittlung oder ein ATM-Terminal automatisch die lokale Anschlußbeziehung zu benachbarten ATM-Vermittlungen oder ATM-Terminals erkennt; und indem sie die automatische Identifikation einer Schnittstelle zwischen ATM-Vermittlungen oder zwischen einer ATM-Vermittlung und einem ATM-Terminal ermöglicht, gestattet die Erfindung den Betrieb eines ATM-Netzes, ohne daß ein Netzmanager Einstellungen von ATM-Vermittlungen vornehmen muß.

Außerdem schafft die vorliegende Erfindung ein Netztopologie-Managementsystem, bei dem eine ATM-Vermittlung oder ein ATM-Terminal automatisch die lokalen Anschlußbeziehungen zu benachbarten ATM-Vermittlungen oder ATM-Terminals erkennt, und bei dem ein Netzmanagementsystem durch Zugriff auf die Anschlußinformationen automatisch die physikalischen Anschlußbeziehungen jeder ATM-Vermittlung und jedes ATM-Terminals innerhalb eines ATM-Netzes erkennt.

Insbesondere zielt die vorliegende Erfindung darauf ab, ein automatisches Netzkonfigurations-Managementsystem zu schaffen, in dem ein Netzmanagementsystem unabhängig davon, ob es innerhalb oder außerhalb des ATM-Netzes existiert, die Konfiguration eines ATM-Netzes gleichermaßen erkennen kann, und das überdies leicht mit einem Verfahren integrierbar ist, welches andere Einrichtungen als die eines ATM-Netzes erkennen kann, denen eine ATM-Schnittstelle fehlt, wie z. B. einen Router oder einen Host-Rechner. Im wesentlichen schafft die Erfindung ein Netzkonfigurations-Managementsystem, das unter Anwendung des gleichen Verfahrens auch dann eine Konfiguration erkennen kann, wenn ein Router oder ein vorhandenes LAN mit einem ATM-Netz koexistieren.

Die vorliegende Erfindung schafft außerdem ein Netzkonfigurations-Managementsystem, das die verschiedenen Identitäten angeschlossener Ports erkennen kann, wenn zwischen ATM-Vermittlungen mehrere Verbindungen existieren.

Schließlich stellt die vorliegende Erfindung die gleichen Funktionen bereit, ohne daß jeder ATM-Vermittlung ein ATM-Netzmanagement-Agent zugeordnet werden muß.

Die Aufgaben der Erfindung werden mit den Merkmalen der Ansprüche gelöst.

Die obigen und weitere Aufgaben, Merkmale und Vorzüge der vorliegenden Erfindung werden aus der nachstehenden Beschreibung anhand der beigefügten Zeichnungen hervorgehen, die Beispiele für bevorzugte

Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung erläutern.

Fig. 1 zeigt als Beispiel eine Gesamtkonfiguration eines existierenden lokalen Netzes (LAN) und eines bekannten ATM-Netzes,

Fig. 2 zeigt eine Adressenumwandlungstabelle, die von einem SNMP-Agent des Routers 1 verwaltet wird;

Fig. 3 zeigt als Beispiel eine Gesamtkonfiguration eines existierenden lokalen Netzes (LAN) und eines erfindungsgemäßen ATM-Netzes;

Fig. 4 ist eine Darstellung zur Erläuterung der ILMI-MIB (Management Information Base für vorläufige Lokalmanagement-Schnittstellen) jedes Ports;

Fig. 5 zeigt den sequentiellen Kommunikationsfluß durch einen GET- bzw. Holbefehl und die NNI/UNI-Erkennung zwischen Sw2 und dem Router 1;

Fig. 6 zeigt den sequentiellen Kommunikationsfluß durch einen Holbefehl und die NNI/UNI-Erkennung zwischen Sw2 und Sw4;

Fig. 7 zeigt ein UNI/NNI-Zellenformat;

Fig. 8 zeigt den sequentiellen Kommunikationsfluß durch einen Holbefehl und die Nachbar-Ermittlung für Sw1 und Sw2;

Fig. 9 zeigt den sequentiellen Kommunikationsfluß durch einen Holbefehl und die Nachbar-Ermittlung für Sw1 und das NMS;

Fig. 10 zeigt die Erzeugung der Nachbar-MIB-Tabellen in Sw1;

Fig. 11 zeigt eine Port-Anschlußbeziehungstabelle, die durch den SNMP-Agent jeder Vermittlung verwaltet wird;

Fig. 12 zeigt eine Port-Anschlußbeziehungstabelle, die durch den SNMP-Agent des Routers 1 verwaltet wird;

Fig. 13 zeigt den sequentiellen Kommunikationsfluß durch einen Holbefehl zwischen dem NMS und Sw1, wobei das NMS die Nachbartabelle von IP-Sw1 ausliest und IP-Sw2, IP-Sw3/4 und Host 1 erkennt;

Fig. 14 zeigt den Zugriff auf IP-Sw2 durch NMS-A unter Verwendung der ermittelten Nachbar-Adressenliste von Sw1 und die Erzeugung von Nachbar-MIB-Tabellen in Sw2 durch Sw2;

Fig. 15 zeigt den sequentiellen Kommunikationsfluß durch einen Holbefehl zwischen dem NMS und Sw2 und den Zugriff auf IP-Sw2 durch NMS-A unter Verwendung der ermittelten Nachbar-Adressenliste von Sw1;

Fig. 16 zeigt den Zugriff auf IP-Sw2 durch NMS-A unter Verwendung der ermittelten Nachbar-Adressenliste von Sw1, die anschließende Ermittlung von Host 1 und Router 1, die Ermittlung von Sw1 und die Ermittlung von Sw3 und Sw4, woraufhin diese beiden Vermittlungen als ein und dieselbe Vermittlung behandelt werden, da beide die gleiche IP-Adresse (IP-Sw3/4) haben, die der Vertretungs-Agent für Sw4 ist;

Fig. 17 zeigt den sequentiellen Kommunikationsfluß durch einen Holbefehl zwischen Sw1 und Sw2 und die Ermittlung der Nachbarport-Kennungen für Sw1 und Sw2;

Fig. 18 zeigt den sequentiellen Kommunikationsfluß durch einen Holbefehl zwischen NMS und Sw1, wobei das NMS die Nachbarport-Tabelle von IP-Sw1 ausliest und die individuellen Portkennungen von Nachbarknoten von Sw1 ermittelt;

Fig. 19 zeigt ILMI MIB-Operationen für Sw3/4; und

Fig. 20 zeigt den Zugriff auf den Sw3/4-Agent durch das NMS zur Ermittlung von Nachbarknoten und Portkennungen für Sw3 und Sw4.

Nachstehend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand von Fig. 3 erläutert.

Das Netzmanagementsystem (NMS) des vorliegenden Ausführungsbeispiels basiert auf einem einfachen Netzmanagementprotokoll (SNMP). Der NMS-Agent jedes NMS und die ATM-Vermittlung sowie das ATM-Terminal kommunizieren unter Anwendung des SNMP/UDP/IP-Protokolls. Im ATM-Netz erfolgt die Kommunikation nach Einstellung der PVC/SVC (festen/vermittelten virtuellen Verbindungen). Die Grundprinzipien der vorliegenden Erfindung sind jedoch auch noch gültig, wenn andere Netzmanagementprotokolle verwendet werden, z. B. das CMIP-Protokoll anstelle des SNMP-Protokolls, und das IPX- oder das Appletalk-Protokoll anstelle des IP-Protokolls.

Hierbei ist ein ATM-Terminal ein Host-Rechner mit einer ATM-Schnittstelle oder ein Router oder eine Brücke. In Fig. 3 sind Router 1, Host 1, Host 2, Host 4 und NMS-A ATM-Terminals, und Sw1, Sw2, Sw3 und Sw4 sind ATM-Vermittlungen. Die Netzmanagementsysteme können direkt mit dem ATM-Netz verbunden sein, wie z. B. das NMS-A, oder sie können außerhalb des ATM-Netzes liegen, wie z. B. das NMS-B, und bei der Erläuterung des vorliegenden Ausführungsbeispiels werden beide Fälle behandelt. Als Nicht-ATM-Terminal ist NMS-B mit dem Ethernet verbunden, ebenso wie Host 2, und verwaltet jede ATM-Vermittlung innerhalb des ATM-Netzes mit Hilfe des Routers 1.

Die dick ausgezogenen Linien in Fig. 3 bezeichnen ATM Verbindungen, an deren beiden Enden jeweils Portkennungen (Port-IDs) von ATM-Vermittlungen oder ATM-Terminals angebracht sind. Portkennungen ermöglichen jeder ATM-Vermittlung bzw. jedem ATM-Terminal die selbständige Unterscheidung jedes Ports. Hierbei wird eine Management Information Base (MIB) verwaltet, die den physikalischen Zustand/logischen Zustand jedes Ports in einer ATM-Verbindung anzeigt, und diese MIB ermöglicht das gegenseitige Lesen und Übermitteln von Port-Zuständen nach dem ILMI-Protokoll (Interim Local Management Interface-Protokoll), das in "The ATM Forum User Network Specification, Version 3.0" spezifiziert wird. Diese MIB wird als ILMI-MIB bezeichnet. Das ILMI-Protokoll ist an allen Netzknotenschnittstellen (NNI) zwischen den ATM-Vermittlungen sowie an Teilnehmer-Netz-Schnittstellen (UNI) zwischen ATM-Vermittlungen und ATM-Terminals installiert. Benachbarte ATM-Vermittlungen oder ATM-Terminals kommunizieren über eine Standard-VC (virtuelle Standardverbindung). Bei dem in Fig. 3 gezeigten Ausführungsbeispiel werden nur Erläuterungen zu dem Informationsaustausch nach dem ILMI-Protokoll in Bezug auf die ATM-Verbindungen Sw2-Router 1, Sw2-Sw1, Sw2-Sw4 und Sw3-Sw4 gegeben, aber es wird angenommen, daß in den anderen Verbindungen auf die gleiche Weise nach dem ILMI-Protokoll Informationen über den Port-Zustand mit Nachbarvermittlungen oder

Nachbarterminals ausgetauscht werden.

Die Prinzipien der vorliegenden Erfindung bleiben jedoch im allgemeinen unberührt, wenn sie bei Verfahren angewandt werden, bei denen das ILMI-Protokoll nicht verwendet wird, sofern für jeden Port jeder ATM-Vermittlung oder jedes ATM-Terminals eine Variable gespeichert wird, welche den oben beschriebenen physikalischen Zustand/logischen Zustand anzeigt, und wenn eine Steuerung jeder ATM-Vermittlung bzw. jedes ATM-Terminals die Variable mit einer Nachbar-ATM-Vermittlung oder einem Nachbar-ATM-Terminal austauscht.

In jedem der ATM-Terminals Host 1, Host 3 bzw. Host 4 und der ATM-Vermittlungen Sw1 bzw. Sw2 ist ein SNMP-Agent mit den Netzadressen IP-Host 1, IP-Host 3, IP-Host 4, IP-Sw1 bzw. IP-Sw2 installiert.

Beim Start des Systems ordnet jeder SNMP-Agent jedem Port eine Portkennung (Port-ID) zu. Zum Beispiel werden Sw1 die Portkennungen 1, 2, 3, 4, 5, 6 und Sw2 die Portkennungen 1, 2, 3, 4, 5, 6 zugeordnet.

Im Hinblick auf das erste Ausführungsbeispiel der Erfindung zeigt Fig. 4 ein Beispiel für Informationen, die nach dem ILMI-Protokoll zwischen ATM-Vermittlungen und zwischen einem ATM-Terminal und einer dem ATM-Terminal benachbarten ATM-Vermittlung ausgetauscht werden. Diese Informationen bleiben in Form einer ILMI-MIB gespeichert, aber im ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung gehört nur die Variable "Ich bin eine Vermittlung" der MIB zur vorliegenden Erfindung. Die Variable "Ich bin eine Vermittlung" zeigt an, ob eine Vermittlung oder ein Terminal eine ATM-Vermittlung ist oder nicht, und nimmt einen Wert "1" an, wenn es sich um eine Vermittlung handelt, und einen Wert "0", wenn es sich um ein ATM-Terminal handelt.

Fig. 4 zeigt die folgenden Informationen:

- (a-1) ist der Inhalt der ILMI-MIB des Ports 5 von Sw2,
- (a-2) ist der Inhalt der ILMI-MIB des Ports 1 von Router 1,
- (b-1) ist der Inhalt der ILMI-MIB des Ports 3 von Sw2,
- (b-2) ist der Inhalt der ILMI-MIB des Ports 5 von Sw1,
- (c-1) ist der Inhalt der ILMI-MIB des Ports 6 von Sw2,
- (c-2) ist der Inhalt der ILMI-MIB des Ports 4-2 von Sw4,
- (d-1) ist der Inhalt der ILMI-MIB des Ports 3-3 von Sw3,
- und (d-2) ist der Inhalt der ILMI-MIB des Ports 4-3 von Sw4.

Die obigen Informationen werden auf jeder ATM-Verbindung mit Nachbarvermittlungen oder Nachbarterminals über das ILMI-Protokoll ausgetauscht. Zum Beispiel werden (a-1) und (a-2) über die Verbindung zwischen Sw2 und dem benachbarten Router 1 ausgetauscht, (b-1) und (b-2) werden über die Verbindung zwischen Sw2 und der benachbarten Sw1 ausgetauscht, (c-1) und (c-2) werden über die Verbindung zwischen Sw3 und der benachbarten Sw4 ausgetauscht, und (d-1) und (d-2) werden über die Verbindung zwischen Sw3 und der benachbarten Sw4 ausgetauscht.

Diese Kommunikation wird durch Programmunterbrechungen ausgeführt, wenn auf physikalischer Ebene festgestellt wird, daß sich diese Verbindungen im normalen Verbindungszustand befinden, d. h. im Zustand "Verbindungsinitialisierung" oder im Zustand "Verbindungsaufbau", oder sie wird durch periodisches Senden von Holbefehlen ausgeführt. Wie weiter oben beschrieben, wird im Falle einer Zustandsänderung von Verbindungen oder im Falle eines periodischen Informationsaustausches nach dem ILMI-Protokoll der Zustand jedes Ports an Nachbarvermittlungen oder Nachbarterminals auch dann übermittelt, wenn sich die Netzkonfiguration ändert. Fig. 5 zeigt den gegenseitigen Informationsaustausch zwischen Sw2 und dem Router 1, und Fig. 6 zeigt den gegenseitigen Informationsaustausch zwischen Sw2 und Sw4.

Hierbei ist zu beachten, daß nur für den Router 1 "Ich bin eine Vermittlung = 0" gilt. Sw2 kann aufgrund der Übermittlung dieses Datenelements 0 durch den Router 1 an Sw2 erkennen, daß Port 5 ein UNI-Port ist. Wenn umgekehrt der Zustand des betreffenden Ports durch "Ich bin eine Vermittlung = 1" angezeigt wird, weil Sw2 eine ATM-Vermittlung ist ("Ich bin eine Vermittlung = 1" für ihren eigenen Port), dann wird Port 6 von Sw2 als NNI-Port identifiziert. Wie weiter oben erläutert und in Fig. 7 dargestellt, wird für die Fälle, in denen Sw2 vom UNI- bzw. NNI-Typ ist, das Zellenformat automatisch eingestellt. Mit anderen Worten, im Falle des UNI-Typs wird das GFC-Feld am Kopf der ATM-Zelle gesetzt, während es für den NNI-Typ nicht gesetzt wird. Die VPI-Bitzahl des Kopfes wird ebenfalls eingestellt.

Außerdem wird für UNI-Schnittstellen eine ILMI-Adressenregistrierungsprotokollprozedur eingeleitet, während für NNI-Schnittstellen eine NNI-Leitwegprotokollprozedur eingeleitet wird. UNI- und NNI-Einstellungen sind bei bekannten Verfahren von Hand vorgenommen worden, während nach den oben beschriebenen Prozeduren jede ATM-Vermittlung UNI bzw. NNI automatisch identifiziert und UNI bzw. NNI automatisch individuell eingestellt werden.

Als nächstes wird das zweite Ausführungsbeispiel der Erfindung erläutert.

Wie in Fig. 4 dargestellt, wird im zweiten Ausführungsbeispiel die Variable "Meine Agent-Adresse" der ILMI-MIB hinzugefügt, die nach dem ILMI-Protokoll zwischen jeder ATM-Vermittlung bzw. jedem ATM-Terminal und Nachbarvermittlungen oder Nachbarterminals ausgetauscht wird. "Meine Agent-Adresse" zeigt die Netzadressen des SNMP-Agents an, der die ATM-Vermittlung oder das ATM-Terminal verwaltet. In Fig. 4 wird zwar in jedem Falle eine IP-Adresse verwendet, aber die Identifikation von IP-Sw2 soll die Identifikation des Protokolls ermöglichen und so die Verwendung von Adressen eines anderen Protokolls gestatten.

Die in Fig. 4 gezeigte Information für "Meine Agent-Adresse" wird mit Nachbarvermittlungen oder Nachbarterminals nach dem ILMI-Protokoll für jede ATM-Verbindung ausgetauscht. Der Austausch erfolgt z. B. durch gegenseitige Übermittlung von Informationen über die ATM-Verbindungen auf die folgende Weise:

(a-1) (a-2) zwischen Sw2 und dem benachbarten Router 1, (b-1) (b-2) zwischen Sw2 und der benachbarten Sw1, (c-1) (c-2) zwischen Sw2 und der benachbarten Sw4, (d-1) (d-2) zwischen Sw3 und der benachbarten Sw4; die Information "Meine Agent-Adresse" einer benachbarten ATM-Vermittlung oder eines benachbarten ATM-Terminals wird gelesen, wodurch jede ATM-Vermittlung den Agent erkennen kann, mit dem eine benachbarte ATM-Vermittlung oder ein benachbartes ATM-Terminal verbunden ist.

Die Übermittlung dieser Information erfolgt durch Programmunterbrechungen, sobald auf physikalischer Ebene festgestellt wird, daß sich die jeweilige ATM-Verbindung in einem normalen Verbindungszustand befindet, d. h. in einem Zustand "Verbindungsinitialisierung" oder einem Zustand "Verbindungsaufbau", oder sie erfolgt durch periodisches Senden von "GET"-bzw. Holbefehlen. Wie oben beschrieben, kann im Fall einer Zustandsänderung von Verbindungen oder im Fall des periodischen Informationsaustauschs nach dem ILMI-Protokoll jede ATM-Vermittlung auch bei einer Änderung der Netzkonfiguration erkennen, welche Netzadressen von Agents, die Nachbarvermittlungen oder Nachbarterminals verwalten, gehalten werden. Zum Beispiel zeigt Fig. 8 den Informationsaustausch zwischen Sw1 und Sw2, Fig. 9 zeigt den Informationsaustausch zwischen Sw1 und dem NMS, und Fig. 10 zeigt die resultierende Erzeugung einer MIB-Tabelle durch Sw1. Auf die gleiche Weise erzeugt jede ATM-Vermittlung eine MIB-Tabelle, wie in Fig. 11 dargestellt.

Durch die ILMI-MIB-Umwandlung entsprechend dem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung kann jeder Vermittlungs-SNMP-Agent jeder ATM-Vermittlung eine Port-Anschlußbeziehungstabelle aufweisen, wie in Fig. 11 dargestellt. Dabei ist (a) die Port-Tabelle des Agents IP-Sw1, (b) die Port-Tabelle des Agents IP-Sw2, und (c) die Port-Tabelle des Agents IP-Sw3.

Die Port-Anschlußbeziehungstabelle von Fig. 11 weist die folgenden Einträge auf: "Mein Port" ist die Portkennung des betreffenden Ports, "UNI/NNI" zeigt an, ob der jeweilige Port vom NNI- oder UNI-Typ ist, oder zeigt "Verbindungsabbau" an, wenn der Port nicht ermittelt werden kann. Zum Beispiel ist Port 6 von Sw1 mit keinem Punkt verbunden und wird daher durch "Verbindungsabbau" klassifiziert. Wie weiter oben beschrieben, wird "NNI/UNI" durch Austausch der "Ich bin eine Vermittlung"-MIB der ILMI-MIB bestimmt, und als Ergebnis wird die in Fig. 11 dargestellte Tabelle erzeugt. Der Eintrag "Nachbar-Agent" ist die Netzadresse des SNMP-Agents, der die benachbarte ATM-Vermittlung oder das benachbarte ATM-Terminal verwaltet, und die durch den ILMI-MIB-Austausch erfaßten Werte von "Meine Agent-Adresse" der benachbarten ATM-Vermittlungen oder ATM-Terminals werden kopiert.

Zum Beispiel ist aus (a) in Fig. 11 ersichtlich, daß Sw1 wie folgt verbunden ist: am Port 1 mit der von dem Agent IP-Sw2 verwalteten ATM-Vermittlung; am Port 2 mit der vom Agent IP-Sw3/4 verwalteten ATM-Vermittlung; am Port 3 mit Port 1 von NMS-A; am Port 4 mit dem vom Agent IP-Host 3 verwalteten ATM-Terminal; und am Port 5 mit der vom Agent IP-Sw2 verwalteten ATM-Vermittlung. Hierbei ist jeder Port ein bidirektionaler Port.

Hier ist zu beachten, daß in der Tabelle die IP-Adresse des SNMP-Agents verwaltet wird, der die ATM-Vermittlung bzw. das ATM-Terminal verwaltet, die mit jedem Port verbunden sind, und nicht die ATM-Adresse der ATM-Vermittlung bzw. des ATM-Terminals, die mit dem Port verbunden sind, oder eine spezielle ATM-Knotennummer. Der Grund dafür, daß die IP-Adresse des SNMP-Agents in der Tabelle verwaltet wird, ist der folgende: nach dem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist ein Netzmanagementsystem in der Lage, die physikalischen Anschlußbeziehungen innerhalb des ATM-Netzes auch in den Fällen gleichermaßen zu unterscheiden, in denen, wie in Fig. 3 dargestellt, NMS-A direkt mit dem ATM-Netz verbunden bzw. außerhalb des ATM-Netzes angeschlossen ist. Im Falle von NMS-B, das außerhalb des ATM-Netzes angeschlossen ist, muß NMS-B mit Hilfe des Routers 1 auf die ATM-Vermittlungen Sw1, Sw2, Sw3 und Sw4 zugreifen. Beim Zugriff auf jede einzelne Vermittlung ist für den Router 1 nur die SNMP-Agent-IP-Adresse jedes einzelnen Agents von Bedeutung. Im wesentlichen kann, wenn jede ATM-Vermittlung durch eine ATM-Knotennummer oder eine ATM-Adresse im ATM-Netzwerk identifiziert wird, das NMS-A innerhalb des ATM-Netzes mit Erfolg die ATM-Knotennummer direkt verwenden und auf jede ATM-Vermittlung zugreifen, während im Fall von NMS-B, das über den Router 1 angeschlossen ist, der Router 1 nur Netzadressen identifizieren und nicht unterscheiden kann, auf welche ATM-Vermittlung oder welches ATM-Terminal das NMS-B zugreifen möchte. Dementsprechend verwendet NMS-B Netzadressen von SNMP-Agents, welche die jeweilige ATM-Vermittlung oder das jeweilige ATM-Terminal verwalten, und dieser Punkt stellt ein Merkmal der vorliegenden Erfindung dar.

Fig. 12 zeigt eine ATM-Port-Anschlußbeziehungstabelle, die vom Router 1 gehalten wird, der ein ATM-Terminal bildet, und Fig. 2 zeigt eine Adressenumwandlungs-Cache-Tabelle von Standard-Datenverbindungsadressen und Netzadressen. Aus Fig. 12 ist erkennbar, daß Port 1 vom UNI-Typ ist, daß die benachbarte ATM-Vermittlung IP-Sw2 ist, und daß diese Vermittlung von einem SNMP-Agent verwaltet wird und am Port 5 mit der ATM-Vermittlung verbunden ist.

In Fig. 2 ist eine Umwandlungstabelle für MAC-Adressen und IP-Adressen dargestellt, die in einem bekannten LAN verwendet werden. Port 2 ist eine Ethernet-Schnittstelle, und die MAC-Adressen und IP-Adressen von Host 2 und NMS-B sind am Port 2 in einem Cache-Speicher abgelegt. Andererseits ist Port 1 eine ATM-Schnittstelle, und die ATM-Adressen und IP-Adressen der SNMP-Agents von Host 1, Host 3, Host 4, Sw1, Sw2 und Sw3/4 sind am Port 1 in einem Cache-Speicher abgelegt. Die ATM-Adressen und IP-Adressen erhält man beide durch das ARP-Protokoll.

Wenn auf die Tabelle von Fig. 2 durch das bekannte automatische IP-Knotenermittlungssystem zugegriffen wird, kann der Typ des mit jeder Schnittstelle verbundenen IP-Knotens festgestellt werden; da aber in dieser Tabelle die physikalischen Anschlußbeziehungen, d. h. die verschiedenen Identitäten von Ports und die mit jedem Port verbundenen ATM-Vermittlungen oder ATM-Terminals, nicht angegeben sind, kann dieses bekannte automatische IP-Knotenermittlungssystem nicht auf das Konfigurationsmanagement eines ATM-Netzes angewandt werden. Außerdem kann zwar das automatische IP-Knotenermittlungssystem durch Zugriff auf diese Tabelle IP-Adressen von ATM-Vermittlungen oder ATM-Terminals innerhalb des ATM-Netzes erhalten, da diese Adresseninformationen grundsätzlich durch ARP-Operationen gewonnen werden, aber die Adresseninformationen können nicht erfaßt werden, wenn keine Kommunikation stattfindet, d. h. wenn die Existenz der Knoten nicht erkannt wird, und da die Informationen in einem Cache-Speicher abgelegt sind, gehen sie im Falle

einer "Zeitüberschreitung" verloren, was zu einer verzögerten Erkennung führt, wenn sich die Netzkonfiguration ändert. Außerdem kann zwar das automatische IP-Knotenermittlungssystem diese ARP-Informationen erhalten, indem es Broadcast-Pakete sendet, aber ein derartiges Verfahren ist ineffizient, da es das Kopieren zahlreicher Broadcast-Pakete innerhalb des ATM-Netzes erfordert.

Im Gegensatz dazu sind in der in Fig. 11 gezeigten Anschlußbeziehungstabelle nur die Zustände gespeichert, die durch gegenseitige Übermittlung des Zustands jedes Ports zwischen jeder ATM-Vermittlung bzw. jedem ATM-Terminal und benachbarten ATM-Vermittlungen oder ATM-Terminals nach dem ILMI-Protokoll erhalten werden. Dementsprechend sind die notwendigen Steuerinformationen nur die auf jeder Verbindung ausgetauschten Meldungen, und es ist erkennbar, daß die Verbindungsinformationen für jeden Port ohne Ausnahme verwaltet werden können.

Anhand der in Fig. 2, 11 und 12 dargestellten Tabellen wird nachstehend erläutert, auf welche Weise das Netzmanagementsystem NMS-A oder NMS-B das Konfigurationsmanagement eines gesamten Netzes ausführt, welches eine ATM-Netzkonfiguration und ein vorhandenes LAN einschließt. Zunächst wird das NMS-A erläutert.

Das NMS-A holt zunächst die SNMP-Agent-Netzadresse IP-Sw1 der mit seinem eigenen ATM-Port 1 verbundenen Sw1 durch das ILMI-Protokoll, wodurch das NMS-A auf den Agent IP-Sw1 zugreift, um die in Fig. 11 (a) dargestellte Tabelle von Sw1 auszulesen, die von dem Agent IP-Sw1 verwaltet wird. Zum Beispiel liest das NMS-A die Informationen für Sw1 von Port 1 bis Port 5 aus, wie in Fig. 13 dargestellt. Fig. 13 zeigt die Reihenfolge, in der das NMS-A IP-Adressen von benachbarten Agents für jeden Port von Sw1 mit Hilfe von SNMP-"Holanforderungs"-Befehlen ausliest. Auf diese Weise erhält das NMS-A Informationen über Port 1 bis Port 5 von Sw1. Zum Beispiel stellt das NMS-A fest, ob jeder Port dieser Sw1 vom NNI- oder vom UNI-Typ ist, und sucht außerdem nach benachbarten ATM-Vermittlungen, die mit den NNI-Ports verbunden sind, oder nach benachbarten Terminals, die mit UNI-Ports verbunden sind. Beispielsweise kann das NMS-A feststellen, daß der Verarbeitungsrechner IP-Host 3 mit einem UNI-Port verbunden ist, oder umgekehrt bestätigen, daß das NMS-A mit Port 3 von Sw1 verbunden ist.

Was die NNI-Ports von Sw1 betrifft, so kann das NMS-A einerseits feststellen, daß an Port 1 und Port 5 eine von IP-Sw2 verwaltete ATM-Vermittlung angeschlossen ist, und andererseits, daß an Port 2 eine von IP-Sw3/4 verwaltete ATM-Vermittlung angeschlossen ist. Entsprechend greift das NMS-A auf IP-Sw2 zu und erkennt das Vorhandensein von Sw2. Auf die gleiche Weise erkennt das NMS-A die Existenz von Sw3 und Sw4 durch Zugriff auf IP-Sw3/4. Das NMS-A bestätigt dann, daß Sw2 tatsächlich an den Ports 3 und 2 mit Sw1 verbunden ist, und daß Sw3 am Port 3-1 mit Sw1 verbunden ist. Wenn diese Bestätigung nicht erlangt werden kann, stellt das NMS-A fest, daß die Information der oben beschriebenen Tabelle fehlerhaft ist, ignoriert die Information und reinitialisiert das ILMI-Protokoll dieser Verbindung, um korrekte Informationen zu erhalten.

Durch Wiederholung der oben beschriebenen Operationen kann das NMS-A die physikalischen Anschlußbeziehungen der ATM-Vermittlungen und ATM-Terminals innerhalb des ATM-Netzes erkennen. Wie beispielsweise in Fig. 14 dargestellt, greift das NMS-A auf Sw2 zu und erkennt ein mit Sw2 verbundenes ATM-Terminal. Die Reihenfolge dieses Informationsaustauschs ist in Fig. 15 dargestellt. Wie die in Fig. 16 dargestellten Ergebnisse dieses Austauschs zeigen, werden von Sw2 aus Host 1 und Router 1 ermittelt. Auf diese Weise ermittelt das NMS-A den mit Sw2 verbundenen Router 1, woraufhin es die in Fig. 2 gezeigte Adressenumwandlungs-Cache-Tabelle innerhalb des Routers 1 lesen kann, die ermöglicht, daß das NMS-A ferner den am Ethernet angeschlossenen Host 2 ermittelt. Folglich erkennt das NMS-A außer ATM-Vermittlungen und ATM-Terminals innerhalb des ATM-Netzes automatisch die Konfiguration von IP-Knoten eines vorhandenen Netzes.

Als nächstes wird beschrieben, wie das NMS-B von außerhalb des ATM-Netzes die physikalischen Anschlußbeziehungen von ATM-Vermittlungen und anderen Elementen innerhalb des ATM-Netzes erkennt und bestätigt. Das NMS-B erkennt zunächst das Vorhandensein des Routers 1, indem es seine eigene Adressenumwandlungs-Cache-Tabelle durch das bekannte automatische IP-Knotenermittlungssystem ausliest. Dann erkennt das NMS-B durch Zugriff auf den Agent von Router 1 und Auslesen der Adressenumwandlungs-Cache-Tabelle von Fig. 2, daß der Router 1 eine ATM-Schnittstelle aufweist. Daraufhin liest das NMS-B die Port-Anschlußtabelle von Fig. 12 aus, holt die Netzadresse IP-Sw2 des Agents der benachbarten Sw2 und greift unter dieser Adresse auf den SNMP-Agent IP-Sw2 zu. Diese Zugriffsanforderung wird normalerweise durch SNMP/UDP/IP-Pakete ausgeführt, und entsprechend dieser Anforderung greift der Router 1 auf die ATM-Vermittlungen und ATM-Terminals innerhalb des ATM-Netzes nur unter der Netzadresse IP-Sw2 zu.

Auf diese Weise liest das NMS-B die Port-Anschlußbeziehungstabelle von Sw2 gemäß Fig. 4 (b) aus und bestätigt somit, daß Sw2 tatsächlich am Port 5 mit dem Router 1 verbunden ist. Ferner stellt das NMS-B fest, daß das ATM-Terminal Host 1, die vom Agent IP-Sw1 verwaltete Sw1 und die vom Agent IP-Sw3/4 verwalteten ATM-Vermittlungen jeweils mit Sw2 verbunden sind. Das NMS-B greift dann auf den Sw1-Agent IP-Sw1 zu und erkennt die Existenz von Sw1. Entsprechend bestätigt das NMS-B, daß die Ports 1 und 5 von Sw1 jeweils tatsächlich mit Sw2 verbunden sind.

Wie weiter oben beschrieben, kann das NMS-B, indem es Netzadressen (in diesem Fall IP-Adressen) von Agents, die ATM-Vermittlungen und ATM-Terminals verwalten, in Tabellen speichern läßt, über den Router der Reihe nach auf jeden Agent zugreifen und Nachbarknoten ermitteln, wobei angenommen wird, daß der Router 1 ein Protokoll aufweist, das in der Lage ist, von IP-Adressen aus mit jedem ATM-Agent zu kommunizieren. Ein solches Protokoll kann beispielsweise ein IP-über-ATM-Protokoll entsprechend der Spezifikation durch IETF RFC1577 sein.

Wie weiter oben beschrieben, kann entweder ein direkt mit einem ATM-Netz verbundenes NMS, wie z. B. NMS-A, oder ein außerhalb des ATM-Netzes liegendes NMS, wie z. B. NMS-B, die physikalischen Anschlußbeziehungen von ATM-Vermittlungen und ATM-Terminals innerhalb des ATM-Netzes erkennen und verwalten. Die Konfiguration jedes ATM-Netzes innerhalb mehrerer ATM-Netze, die durch mehrere Router unterteilt

werden, kann ebenfalls durch ein einziges NMS verwaltet werden. Außerdem kann das NMS Änderungen in der Topologie durch periodische Ausführung der oben beschriebenen Operationen erfassen.

Als nächstes wird ein drittes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung beschrieben.

Im zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung sind Sw1 und Sw2 durch zwei Verbindungen miteinander verbunden, und wenn durch das ILMI-Protokoll nur die Adresse eines Netzmanagement-Agents einer benachbarten ATM-Vermittlung oder eines benachbarten ATM-Terminals ausgetauscht wird, kann das NMS nicht unterscheiden, ob Port 3 von Sw2 mit Port 5 von Sw1 verbunden ist, oder ob Port 2 von Sw2 mit Port 1 von Sw1 verbunden ist.

Wie in Fig. 4 dargestellt, wird eine Portkennung "Meine Port-ID" hinzugefügt; und durch Austausch dieser Kennung zwischen benachbarten ATM-Vermittlungen oder zwischen einer ATM-Vermittlung und einem ATM-Terminal kann die ATM-Vermittlung erkennen, welcher von ihren Ports mit welchem Port einer anderen ATM-Vermittlung verbunden ist.

Dieser Punkt wird anhand von Fig. 4 näher erläutert. In einem Beispiel für einen gegenseitigen Informationsaustausch zwischen jeder ATM-Vermittlung bzw. jedem ATM-Terminal und benachbarten ATM-Vermittlungen oder ATM-Terminals nach dem ILMI-Protokoll wird beim Start des Systems jedem Port eine Portkennung "Meine Port-ID" zugeordnet. Fig. 4 stellt die folgenden Informationen dar:

(a-1) ist der Inhalt der ILMI-MIB des Ports 5 von Sw2,

(a-2) ist der Inhalt der ILMI-MIB des Ports 1 von Router 1,

(b-1) ist der Inhalt der ILMI-MIB des Ports 3 von Sw2, (b-2) ist der Inhalt der ILMI-MIB des Ports 5 von Sw1,

(c-1) ist der Inhalt der ILMI-MIB des Ports 6 von Sw2, (c-2) ist der Inhalt der ILMI-MIB des Ports 4-2 von Sw4, (d-1) ist der Inhalt der ILMI-MIB des Ports 3-3 von Sw3, und (d-2) ist der Inhalt der ILMI-MIB des Ports 4-3 von Sw4.

Die obigen Informationen werden für jede ATM-Verbindung nach dem ILMI-Protokoll mit Nachbarvermittlungen oder Nachbarterminals ausgetauscht.

Zum Beispiel werden

(a-1) und (a-2) auf der ATM-Verbindung zwischen Sw2 und dem benachbarten Router 1 gegenseitig übermittelt,

(b-1) und (b-2) auf der ATM-Verbindung zwischen Sw3 und der benachbarten Sw1 gegenseitig übermittelt,

(c-1) und (c-2) auf der ATM-Verbindung zwischen Sw2 und der benachbarten Sw4 gegenseitig übermittelt, und

(d-1) und (d-2) auf der ATM-Verbindung zwischen Sw3 und der benachbarten Sw4 gegenseitig übermittelt.

Beispielsweise zeigt Fig. 17 die Reihenfolge des Nachrichtenaustauschs zwischen Sw2 und Sw1.

Durch Austausch der ILMI-MIB entsprechend dem dritten Ausführungsbeispiel der Erfindung kann jeder Vermittlungs-SNMP-Agent jeder ATM-Vermittlung eine Port-Anschlußbeziehungstabelle speichern, wie z. B. in Fig. 11 dargestellt.

(a) ist die Porttabelle des Agents IP-Sw1, (b) ist die Porttabelle des Agents IP-Sw2, und (c) ist die Porttabelle des Agents IP-Sw3/4.

Die Port-Anschlußbeziehungstabelle von Fig. 11 weist die folgenden Einträge auf: "Mein Port" ist die Portkennung des eigenen Ports. "Nachbar-Port" gibt an, mit welchem Port der benachbarten ATM-Vermittlung oder des benachbarten ATM-Terminals der betreffende Port verbunden ist, und wird von dem Wert kopiert, der nach dem ILMI-Protokoll von "Meine Port-ID-MIB" der benachbarten ATM-Vermittlung oder des benachbarten ATM-Terminals erfaßt worden ist. Zum Beispiel ist nach der Tabelle (a) von Fig. 11 die Vermittlung Sw1:

am Port 1 mit "Port 2" der vom Agent IP-Sw2 verwalteten ATM-Vermittlung verbunden;

am Port 2 mit "Port 3-1" der vom Agent IP-Sw3/4 verwalteten ATM-Vermittlung verbunden;

am Port 3 mit "Port 1" von NMS-A verbunden;

am Port 4 mit "Port 1" der vom Agent IP-Host 3 verwalteten ATM-Vermittlung verbunden; und

am Port 5 mit "Port 3" der vom Agent IP-Sw2 verwalteten ATM-Vermittlung verbunden.

Außerdem sind Sw1 und Sw2 durch zwei ATM-Verbindungen verbunden, und aus den Tabellen (a) und (b) ist erkennbar, daß der Port 3 von Sw2 mit dem Port 5 von Sw1 und der Port 2 von Sw2 mit dem Port 1 von Sw1 verbunden sind.

Auf diese Weise wird das Konfigurationsmanagement auch dann ermöglicht, wenn zwischen ATM-Vermittlungen mehrere Verbindungen eingerichtet sind.

Fig. 12 zeigt eine ATM-Port-Anschlußbeziehungstabelle, die vom Router 1 gespeichert wird, der das einzige ATM-Terminal ist, und Fig. 2 zeigt die Adressenumwandlungs-Cache-Tabellen von Standard-Datenverbindungsadressen und Netzadressen.

Anhand der oben beschriebenen Tabellen von Fig. 2, 11 und 12 wird als nächstes erläutert, auf welche Weise das Netzmanagementsystem NMS-A oder NMS-B das Konfigurationsmanagement eines gesamten Netzes ausführt, welches eine ATM-Netzkonfiguration und ein vorhandenes LAN einschließt. Zunächst wird eine Erläuterung zu NMS-A gegeben.

Das NMS-A Holt zunächst mit Hilfe des ILMI-Protokolls die SNMP-Agent-Netzadresse IP-Sw1 der mit seinem eigenen ATM-Port 1 verbundenen Vermittlung Sw1, wodurch das NMS-A auf den Agent IP-Sw1 zugreift und die Tabelle (a) von Fig. 11 für Sw1 ausliest, die von dem Agent IP-Sw1 verwaltet wird. Beispielsweise holt das NMS-A, wie in Fig. 18 dargestellt, die Nachbarport-Kennung des Ports 5 vom Port 1 der Sw1 aus, wodurch das NMS-A die Informationen über den Port 5 vom Port 1 der Sw1 aus holen kann. Zum Beispiel stellt das NMS-A fest, daß die NNI-Ports von Sw1, Port 1 bzw. Port 5, mit Port 2 bzw. Port 3 der von IP-Sw2 verwalteten ATM-Vermittlung verbunden sind, und daß Port 2 mit Port 3-1 der von IP-Sw3/4 verwalteten ATM-Vermittlung verbunden ist, und entsprechend greift das NMS-A auf den Agent von IP-Sw2 zu und erkennt die Existenz von Sw2. Andererseits erkennt das NMS-A durch Zugriff auf die IP-Sw3/4 die Existenz von Sw3 und Sw4. Dann bestätigt das NMS-A, daß Port 3 und Port 2 von Sw2 tatsächlich mit Port 5 und Port 1 von Sw1 verbunden sind, und daß Port 3-1 von Sw3 mit Port 2 von Sw1 verbunden ist. Wenn diese Bestätigung nicht

erlangt werden kann, stellt das NMS-A fest, daß die Informationen der oben beschriebenen Tabelle fehlerhaft sind, ignoriert die Informationen und reinitialisiert das ILMI-Protokoll dieser Verbindungen, um korrekte Informationen zu erhalten.

Durch Wiederholung der oben beschriebenen Operationen kann das NMS-A die physikalischen Anschlußbeziehungen der ATM-Vermittlungen und ATM-Terminals innerhalb des Netzes erkennen und bestätigen.

Als nächstes wird beschrieben, auf welche Weise das NMS-B von außerhalb des ATM-Netzes die physikalischen Anschlußbeziehungen von Vermittlungen und anderen Elementen innerhalb des ATM-Netzes erkennt und bestätigt. Zunächst erkennt das NMS-B das Vorhandensein des Routers 1, indem es seine eigene Adressenumwandlungs-Cache-Tabelle durch das bekannte IP-Knotenermittlungssystem ausliest. Dann greift das NMS-B auf den Agent des Routers 1 zu und erkennt durch Auslesen der Adressenumwandlungs-Cache-Tabelle von Fig. 2, daß der Router 1 eine ATM-Schnittstelle aufweist. Daraufhin liest das NMS-B die Port-Verbindungstabelle von Fig. 12 aus und holt die Netzadresse IP-Sw2 des Agents der benachbarten Sw2. Dann greift das NMS-B auf den SNMP-Agent IP-Sw2 unter dieser Adresse zu. Diese Adressenanforderung wird normalerweise durch SNMP/UDP/IP-Pakete ausgeführt, und entsprechend dieser Anforderung greift der Router 1 auf ATM-Vermittlungen und ATM-Terminals innerhalb des ATM-Netzes, nur unter der Netzadresse IP-Sw2 zu. Wenn nötig, stellt das NMS-B vermittelte virtuelle Verbindungen (SVC) her.

Auf diese Weise liest das NMS-B die Port-Anschlußbeziehungstabelle von Sw2 gemäß Fig. 11(b) aus und bestätigt somit, daß Sw2 tatsächlich am Port 5 mit Port 1 des Routers 1 verbunden ist. Ferner stellt das NMS-B fest, daß Sw2 jeweils auch mit dem ATM-Terminal Host 1, der vom Agent IP-Sw1 verwalteten Sw1 und den vom Agent IP-Sw3/4 verwalteten ATM-Vermittlungen verbunden ist. Das NMS-B greift dann auf den Agent IP-Sw1 und den Agent IP-Sw3/4 zu, die Sw1 bzw. Sw3 und Sw4 verwalten, und erkennt das Vorhandensein von Sw1, Sw3 und Sw4. Entsprechend bestätigt das NMS-B, daß der jeweilige Port dieser ATM-Vermittlungen tatsächlich mit Sw2 verbunden ist.

Als nächstes wird das vierte Ausführungsbeispiel der Erfindung erläutert.

Das vierte Ausführungsbeispiel bietet ein ATM-Netzkonfigurations-Erkennungsverfahren für Fälle, in denen ein SNMP-Agent gleichzeitig mehrere ATM-Vermittlungen verwaltet. Zum Beispiel werden, wie in Fig. 3 dargestellt, Sw3 und Sw4 zusammen von einem einzigen SNMP-Agent mit der IP-Adresse IP-Sw3/4 verwaltet.

Jeder SNMP-Agent ordnet jedem Port beim Start des Systems eine Portkennung "Port-ID" zu. Um jeden Port von Sw3 und Sw4 individuell zu verwalten, ordnet der SNMP-Agent IP-Sw3/4 den Ports von Sw3 die Portkennungen "Port-ID = 3-1, 3-2 und 3-3" und den Ports von Sw4 die Portkennungen "Port-ID = 4-1, 4-2 und 4-3" zu. Die Portkennungen können eigentlich auch von 1 bis 6 durchnummeriert oder mit Namen versehen werden, wobei die Bedingung darin besteht, daß IP-Sw3/4 in der Lage sein muß, zu unterscheiden, welche Portkennung jedem einzelnen Port von Sw3 oder Sw4 entspricht. Der SNMP-Agent mit der IP-Adresse IP-Sw3/4 ist eigentlich in Sw3 installiert, und in Sw4 ist eine Steuerung mit der Kennzeichnung "Vertretungs-Agent-Sw4" installiert. Der Vertretungs-Agent-Sw4 verwaltet den Zustand von Sw4, aber das SNMP-Protokoll oder ein SNMP-NMS-Agent sind nicht installiert. Der Zustand von Sw4 wird mit Hilfe dieses Vertretungs-Agents-Sw4 durch Informationsaustausch mit dem SNMP-Agent IP-Sw3/4 an einer unabhängigen Schnittstelle auf der Seite des SNMP-Agents IP-Sw3/4 verwaltet. Im wesentlichen existiert die für das NMS zugängliche MIB beim Agent IP-Sw3/4. Was das ILMI-Protokoll betrifft, so ist ein Fall denkbar, in dem der Vertretungs-Agent-Sw4 das ILMI-Protokoll mit einer Nachbarvermittlung ausführt. Selbst in einem solchen Falle ist jedoch auch denkbar, daß das ILMI-Protokoll nicht am Vertretungs-Agent endet, sondern zum Agent IP-Sw3/4 weitergeleitet wird, und in einem solchen Falle können die Prinzipien der Erfindung unverändert angewandt werden.

Fig. 4 zeigt ein Beispiel für einen ILMI-MIB-Informationsaustausch zwischen ATM-Vermittlungen 3 bzw. 4 und ATM-Vermittlungen sowie ATM-Terminals, die mit den ATM-Vermittlungen 3 und 4 verbunden sind. Fig. 19 zeigt einen ILMI-MIB-Informationsaustausch zwischen Sw3 und Sw1, Sw3 und Sw2, Sw3 und Sw4, Sw4 und dem Host 4 sowie zwischen Sw4 und Sw2.

Hierbei ist zu beachten, daß die Portkennungen von Sw4 durch "Meine Port-ID = 4-2, 4-3", die Portkennungen von Sw3 durch "Meine Port-ID = 3-3" gegeben sind und daß "Meine Agent-Adresse" in beiden Fällen gleich IP-Sw3/4 ist. Der Sw4 fehlt zwar ein SNMP-Agent, wie z. B. IP-Sw3/4, an ihrer eigenen ATM-Vermittlung, aber im wesentlichen wird den Nachbarvermittlungen und/oder Nachbarterminals mitgeteilt, daß ihr Zustandsmanagement über den Vertretungs-Agent durch einen SNMP-Agent IP-Sw3/4 ausgeführt wird.

Durch den oben beschriebenen Austausch der ILMI-MIB kann der SNMP-Agent jeder der ATM-Vermittlungen Sw3 und Sw4 eine Port-Anschlußbeziehungstabelle gespeichert halten, wie in Fig. 11 dargestellt.

(a) ist die Port-Tabelle des Agents IP-Sw1, (b) ist die Port-Tabelle des Agents IP-Sw2, und (c) ist die Port-Tabelle des Agents IP-Sw3/4.

Hierbei ist zu beachten, daß die Zustände der Ports von Sw4 eigentlich vom SNMP-Agent IP-Sw3/4 in Sw3 verwaltet werden. Die Zustände der Ports von Sw4 werden dem SNMP-Agent IP-Sw3/4 mitgeteilt, indem der Vertretungs-Agent Sw4 ILMI-MIB für Gegenports von Nachbarvermittlungen oder Nachbarterminals übermittelt, die von jedem Port empfangen werden.

Zum Beispiel ist Sw1 nach der Tabelle (a) von Fig. 11:

- am Port 1 mit dem Port 2 der vom Agent IP-Sw2 verwalteten ATM-Vermittlung verbunden;
- am Port 2 mit dem Port 3-1 der vom Agent IP-Sw3/4 verwalteten ATM-Vermittlung verbunden;
- am Port 3 mit dem Port 1 von NMS-A verbunden;
- am Port 4 mit dem Port 1 des vom Agent IP-Host 3 verwalteten ATM-Terminals verbunden; und
- am Port 5 mit dem Port 3 der vom Agent IP-Sw2 verwalteten ATM-Vermittlung verbunden. In diesem Falle ist jeder Port ein bidirektionaler Port.

Hierbei ist zu beachten, daß, selbst wenn es bei Sw4 keinen Agent mit einer IP-Adresse gibt, Sw4 durch einen SNMP-Agent verwaltet werden kann, der mit einem IP-Protokoll installiert ist und sich an einem entfernten Ort

befindet. In diesem Beispiel verwaltet Sw3/4, der Agent von Sw3, sowohl Sw3 als auch Sw4. Auf diese Weise bietet die bloße Installation eines einfachen Vertretungs-Agents eine wirtschaftliche Alternative zur Installation von SNMP/UDP/IP an allen ATM-Vermittlungen.

In diesem Falle unterteilt und unterscheidet der Agent IP-Sw3/4 von Sw3 die Portkennungen in 3-1, 3-2, 4-2 und 4-3, um jeden Port von Sw3 und Sw4 auseinanderzuhalten.

Zum Beispiel ist nach Tabelle (b) von Fig. 11 Sw2 eigentlich am Port 1 mit dem Port 2 von Sw3 verbunden, und Sw2 ist am Port 6 mit dem Port 2 von Sw4 verbunden, aber in dieser Tabelle ist angegeben, daß Sw2 am Port 1 mit dem Port 3-2 der vom Agent IP-Sw3/4 verwalteten ATM-Vermittlung verbunden ist und daß Sw2 am Port 6 mit dem Port 4-2 der vom Agent IP-Sw3/4 verwalteten ATM-Vermittlung verbunden ist.

Was Sw3 und Sw4 betrifft, so verwaltet der Agent IP-Sw3/4 die Port-Anschlußtablette (c) von Fig. 11 als einen Block. Es genügt, daß der Agent IP-Sw3/4, der beide ATM-Vermittlungen Sw3 und Sw4 verwaltet, unterscheiden kann, daß "Mein Port = 3-1, 3-2, 3-3" die Ports von Sw3 und "Mein Port = 4-1, 4-2, 4-3" die Ports von Sw4 sind. Für diese beiden ATM-Vermittlungen kann aus der Tabelle (c) von Fig. 11 festgestellt werden, daß "Mein Port = 3-3" von Sw3 mit "Nachbar-Port = 4-3" von Sw4 verbunden ist und daß "Mein Port = 4-3" von Sw4 mit "Nachbar-Port = 3-3" von Sw3 verbunden ist, aber da diese Ports bidirektional sind, ist die Information für eine Seite redundant.

Anhand der oben beschriebenen Fig. 2, 11 und 12 wird als nächstes erläutert, auf welche Weise das Netzmanagementsystem NMS-A oder NMS-B eine gesamte Konfiguration verwaltet, die eine ATM-Netzkonfiguration und ein existierendes LAN einschließt. Zuerst wird das NMS-A erläutert.

Das NMS-A holt zunächst die Netzadresse des SNMP-Agents IP-Sw1 von Sw1, die über das ILMI-Protokoll mit seinem eigenen ATM-Port 1 verbunden ist, wodurch das NMS-A auf den Agent IP-Sw1 zugreift, um die vom Agent IP-Sw1 verwaltete Tabelle (a) für Sw1 von Fig. 11 auszulesen, und so das Vorhandensein von Sw1 mit den Ports 1 bis 6 erkennt. Als nächstes stellt das NMS-A fest, ob jeder Port von Sw1 ein NNI- oder eine UNI-Port ist, und sucht mit NNI-Ports verbundene Nachbarvermittlungen oder mit UNI-Ports verbundene Nachbarterminals. Hierbei kann das NMS-A feststellen, daß der IP-Host 3 mit einem UNI-Port verbunden ist, bzw. bestätigt umgekehrt, daß das NMS-A mit dem Port 3 von Sw1 verbunden ist.

Was die NNI-Ports von Sw1 betrifft, so kann das NMS-A einerseits feststellen, daß die Ports 1 bzw. 5 mit den Ports 2 bzw. 3 einer von IP-Sw2 verwalteten ATM-Vermittlung verbunden sind, und andererseits, daß Port 2 mit dem Port 3-1 einer von IP-Sw3/4 verwalteten ATM-Vermittlung verbunden ist. Entsprechend greift das NMS-A auf den Agent IP-Sw2 zu und erkennt das Vorhandensein von Sw2. Auf die gleiche Weise erkennt das NMS-A das Vorhandensein von Sw3 und Sw4 durch Zugriff auf IP-Sw3/4. Das NMS-A bestätigt dann, daß Sw2 tatsächlich an den Ports 3 bzw. 2 mit den Ports 5 bzw. 1 von Sw1 verbunden ist und daß Sw3 am Port 3-1 mit Sw1 verbunden ist. Wenn diese Bestätigung nicht erlangt werden kann, stellt das NMS-A fest, daß die Informationen in der oben beschriebenen Tabelle fehlerhaft sind, ignoriert die Informationen und reinitialisiert das ILMI-Protokoll für diese Verbindung, um korrekte Informationen zu erhalten.

Durch Wiederholung der oben beschriebenen Operationen kann das NMS-A die physikalischen Anschlußbeziehungen der ATM-Vermittlungen und ATM-Terminals innerhalb des ATM-Netzes erkennen.

Das NMS-A ermittelt dann den Router 1, der mit Sw2 verbunden ist, woraufhin das NMS-A ferner durch Lesen der Adressenumwandlungs-Cache-Tabelle von Fig. 2 den Host 2 ermitteln kann, der mit dem Ethernet verbunden ist. So erkennt das NMS-A außer den ATM-Vermittlungen und ATM-Terminals innerhalb eines ATM-Netzes automatisch die Konfiguration von IP-Knoten eines vorhandenen Netzes.

Als nächstes wird beschrieben, auf welche Weise das NMS-B von außerhalb des ATM-Netzes die physikalischen Anschlußbeziehungen von ATM-Vermittlungen und anderen Elementen innerhalb des ATM-Netzes erkennt und bestätigt. Das NMS-B erkennt zunächst das Vorhandensein des Routers 1, indem es durch eine bekannte IP-Knotenermittlung seine eigene Adressenumwandlungs-Cache-Tabelle ausliest. Dann erkennt das NMS-B durch Zugriff auf den Agent des Routers 1 und Auslesen der Adressenumwandlungs-Cache-Tabelle von Fig. 2, daß der Router 1 eine ATM-Schnittstelle besitzt. Daraufhin liest das NMS-B die Port-Anschlußtablette von Fig. 12 aus, holt die Netzadresse IP-Sw2 des Agents der benachbarten Sw2 und greift unter dieser Adresse auf den SNMP-Agent IP-Sw2 zu. Diese Zugriffsanforderung wird normalerweise durch SNMP/UDP/IP-Pakete ausgeführt, und entsprechend dieser Anforderung greift der Router 1 auf die ATM-Vermittlungen und ATM-Terminals innerhalb des ATM-Netzes nur unter der Netzadresse IP-Sw2 zu. Wenn nötig, stellt das NMS-B vermittelte virtuelle Verbindungen (SVC) her.

Auf diese Weise liest das NMS-B die Port-Anschlußbeziehungstabelle (c) von Sw2 gemäß Fig. 11 aus und bestätigt somit, daß Sw2 tatsächlich am Port 5 mit dem Port 1 des Routers 1 verbunden ist. Ferner stellt das NMS-B fest, daß der ATM-Terminal Host 1, die vom Agent IP-Sw1 verwaltete Sw1 und die vom Agent IP-Sw3/4 verwalteten ATM-Vermittlungen jeweils mit Sw2 verbunden sind. Das NMS-B greift dann auf den Agent IP-Sw1 und den Agent IP-Sw3/4 zu, die Sw1 bzw. Sw3 und Sw4 verwalten, und erkennt das Vorhandensein von Sw1, Sw3 und Sw4. Entsprechend bestätigt das NMS-B, daß der jeweilige Port dieser ATM-Vermittlungen tatsächlich mit Sw2 verbunden ist.

Wie weiter oben beschrieben, kann das NMS-B, indem es Netzadressen (in diesem Fall IP-Adressen) von Agents, die ATM-Vermittlungen und ATM-Terminals verwalten, in Tabellen speichern läßt, über einen Router der Reihe nach auf jeden Agent zugreifen und Nachbarknoten ermitteln, wobei jedoch angenommen wird, daß der Router 1 ein Protokoll aufweist, das in der Lage ist, von IP-Adressen aus mit jedem ATM-Agent zu kommunizieren. Ein solches Protokoll kann beispielsweise ein IP-über-ATM-Protokoll entsprechend der Spezifikation durch IETF RFC1577 sein.

Wie weiter oben beschrieben, können ein direkt mit einem ATM-Netz verbundenes NMS und ein außerhalb des ATM-Netzes liegendes NMS die physikalischen Anschlußbeziehungen von ATM-Vermittlungen und ATM-Terminals innerhalb des ATM-Netzes gleichermaßen automatisch erkennen und verwalten. Ferner kann in

Fällen, wo mehrere ATM-Netze durch mehrere Router unterteilt sind, ein einziges NMS das Konfigurationsmanagement jedes ATM-Netzes ausführen. Außerdem können Änderungen in der Topologie durch periodische Ausführung der obigen Operationen erfaßt werden.

Als nächstes wird ein fünftes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung erläutert.

Das fünfte Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung übernimmt ein Verfahren, nach dem im ersten bis vierten Ausführungsbeispiel der Zustand jedes Ports in Form einer in Fig. 4 dargestellten ILMI-MIB gehalten wird; diese Informationen werden in Form einer anderen MIB gehalten, auf die durch ein NMS zugegriffen werden kann und die dementsprechend durch ein NMS ausgelesen wird. Wenn auch der Zustand jedes Ports mit Hilfe einer anderen Datenstruktur verwaltet wird, ist jedoch dieses Ausführungsbeispiel auf genau die gleiche Weise allgemein anwendbar wie das erste bis vierte Ausführungsbeispiel, die so konfiguriert sind, daß ein NMS diese Daten ausliest.

Die vorliegende Erfindung schafft ein Netztopologie-Ermittlungsverfahren, durch welches eine ATM-Vermittlung oder ein ATM-Terminal lokale Anschlußbeziehungen zu benachbarten ATM-Vermittlungen oder ATM-Terminals automatisch erkennt und durch Zugriff auf Anschlußinformationen mit Hilfe eines Netzmanagementsystems die physikalischen Anschlußbeziehungen jeder ATM-Vermittlung und jedes ATM-Terminals innerhalb eines ATM-Netzes automatisch erkennt.

Insbesondere schafft die vorliegende Erfindung ein automatisches Netztopologie-Ermittlungsverfahren, durch welches ein Netzmanagementsystem unabhängig davon, ob es innerhalb oder außerhalb des ATM-Netzes existiert, die Konfiguration eines ATM-Netzes gleichermaßen erkennen kann, und sie schafft ferner ein automatisches Netztopologie-Ermittlungsverfahren, das leicht mit einem Verfahren integrierbar ist, welches automatisch andere Einrichtungen als die eines ATM-Netzes erkennt, denen eine ATM-Schnittstelle fehlt, wie z. B. einen Router oder einen Host-Rechner. Im wesentlichen schafft die Erfindung ein Netztopologie-Ermittlungsverfahren, das mit Hilfe des gleichen Verfahrens die Konfiguration sowohl eines ATM-Netzes als auch koexistierender Router und vorhandener LANs erkennen kann.

Außerdem schafft die vorliegende Erfindung ein Netztopologie-Ermittlungsverfahren, das die verschiedenen Identitäten von Ports erkennen kann, die zwischen ATM-Vermittlungen mit mehreren Verbindungen ange-schlossen sind.

Schließlich stellt die vorliegende Erfindung die gleichen Funktionen bereit, ohne daß jeder ATM-Vermittlung ein ATM-Netzmanagement-Agent zugeordnet werden muß. Durch automatische Identifikation von Schnittstellen zwischen ATM-Vermittlungen und zwischen einer ATM-Vermittlung und einem ATM-Terminal ermöglicht die vorliegende Erfindung den Betrieb eines ATM-Netzes, in dem der Netzmanager die ATM-Vermittlungen nicht einzustellen braucht. Es versteht sich jedoch, daß in der vorstehenden Beschreibung zwar die charakteristischen Merkmale und Vorteile der Erfindung dargelegt worden sind, die Offenbarung aber nur zur Erläuterung gedacht ist und Änderungen in der Anordnung der Teile vorgenommen werden können, ohne vom Schutzzumfang der beigefügten Ansprüche abzuweichen.

Erläuterung der verwendeten Abkürzungen

| | | |
|----------|--|----|
| ARP | address resolution protocol = Adressierungsprotokoll | 40 |
| ATM | asynchronous transfer mode = asynchroner Übermittlungsmodus | |
| CMIP | common management information protocol = gemeinsames Management-Informationsprotokoll | |
| GFC | generic flow control = generische Flußsteuerung | |
| ICMP | internet control message protocol = Protokoll zur Übertragung von Information und Fehlmeldungen zwischen IP-Netzknoten | 45 |
| ID | identifizier = Kennung | |
| ILMI | interim local management interface = vorläufige lokale Management-Schnittstelle | |
| IP | Internet protocol = Internet-Protokoll | |
| IP-Sw... | Vermittlung mit IP-Protokoll; hier: Adresse des Agents einer Vermittlung | 50 |
| IPX | internetwork packet exchange protocol = verbindungsloses Übertragungsprotokoll auf der Vermittlungsschicht | |
| LAN | local area network = lokales Netz | |
| MAC | medium access control = medienspezifisches Zugangsprotokoll | |
| MIB | management information base = Management-Informationsbank | 55 |
| NMS | network management system = Netzmanagement-System | |
| NNI | network node interface = Netzknoten-Schnittstelle | |
| OSI | open systems interconnection = Kommunikation offener Systeme | |
| SNMP | simple network management protocol = einfaches Netzmanagement-Protokoll | 60 |
| Sw | switch = Vermittlung | |
| TCP/IP | transmission control protocol/Internet protocol Protokollfamilie | |
| UDP | user datagram protocol (Transportprotokoll des OSI-Referenzmodells) | |
| UNI | user network interface = Teilnehmer-Netz-Schnittstelle | |
| VPI | virtual path identifier = Kennung für virtuellen Pfad | 65 |

Patentansprüche

1. ATM-Netztopologie-Ermittlungsverfahren in einem ATM-Netz, in dem mehrere ATM-Vermittlungen und mehrere ATM-Terminals frei miteinander verbunden sind, wobei:
 5 jede ATM-Vermittlung bzw. jedes ATM-Terminal eine Vermittlungskennung gespeichert hält, die anzeigt, ob diese ATM-Vermittlung bzw. dieses ATM-Terminal eine ATM-Vermittlung ist, und die Vermittlungskennung mit benachbarten ATM-Vermittlungen bzw. ATM-Terminals austauscht;
 durch [diese] Kommunikation jede ATM-Vermittlung und jedes ATM-Terminal für jeden Port erkennt, ob
 10 jenseits des Ports eine ATM-Vermittlung oder ein ATM-Terminal angeschlossen ist;
 als Ergebnis der Erkennung der Port feststellt, ob eine Netzknotenschnittstelle zwei ATM-Vermittlungen miteinander verbindet oder eine Teilnehmer-Netz-Schnittstelle eine ATM-Vermittlung und ein ATM-Terminal miteinander verbindet; und
 als Ergebnis der Feststellung automatisch ein Protokoll eingestellt wird, das der jeweiligen Schnittstelle entspricht.
- 15 2. ATM-Netztopologie-Ermittlungsverfahren in einem ATM-Netz, in dem mehrere ATM-Vermittlungen und ATM-Terminals miteinander verbunden sind, wobei:
 jede ATM-Vermittlung bzw. jedes ATM-Terminal eine Netzadresse eines Netzmanagement-Agents gespeichert hält, der die ATM-Vermittlung bzw. das ATM-Terminal verwaltet, und die Netzadresse des
 20 Netzmanagement-Agents mit benachbarten ATM-Vermittlungen bzw. ATM-Terminals austauscht, die direkt mit jedem ATM-Port der ATM-Vermittlung bzw. des ATM-Terminals verbunden sind;
 jede ATM-Vermittlung bzw. jedes ATM-Terminal eine erste Tabelle gespeichert hält, in der für jeden ATM-Port Entsprechungen von Netzadressen von Netzmanagement-Agents gespeichert sind, die benachbarte ATM-Vermittlungen bzw. benachbarte ATM-Terminals verwalten, welche direkt mit den Ports
 25 verbunden sind;
 ein Netzmanagementsystem unter Verwendung der Netzadresse des Netzmanagement-Agents einer beliebigen ATM-Vermittlung bzw. eines beliebigen ATM-Terminals auf die ATM-Vermittlung bzw. das ATM-Terminal zugreift und durch Auslesen der ersten Tabelle Netzadressen von Netzmanagement-Agents erfaßt, die benachbarte ATM-Vermittlungen bzw. benachbarte ATM-Terminals verwalten, welche direkt
 30 mit der ATM-Vermittlung bzw. dem ATM-Terminal verbunden sind, auf welche(s) zugegriffen wurde, und durch Zugriff auf Netzmanagement-Agents mit den erfaßten Netzadressen benachbarte ATM-Vermittlungen bzw. benachbarte ATM-Terminals ermittelt, die durch den Netzmanagement-Agent verwaltet werden;
 und
 das Netzmanagementsystem durch Wiederholung der obigen Operationen ATM-Vermittlungen bzw.
 35 ATM-Terminals erkennt, die zu Netzadressen von Netzmanagement-Agents gehören, die mit jedem Port jeder ATM-Vermittlung bzw. jedes ATM-Terminals innerhalb des ATM-Netzes verbunden sind, und automatisch Anschlußbeziehungen jeder ATM-Vermittlung bzw. jedes ATM-Terminals ermittelt.
3. ATM-Netztopologie-Ermittlungsverfahren in einem ATM-Netz, in dem mehrere ATM-Vermittlungen und ATM-Terminals miteinander verbunden sind, wobei:
 40 jede ATM-Vermittlung bzw. jedes ATM-Terminal eine Portkennung gespeichert hält, die für jeden ATM-Port der ATM-Vermittlung bzw. des ATM-Terminals den jeweiligen Port identifiziert, und diese Portkennung mit benachbarten ATM-Vermittlungen bzw. benachbarten ATM-Terminals austauscht, die mit diesem Port direkt verbunden sind;
 jede ATM-Vermittlung bzw. jedes ATM-Terminal für jeden ATM-Port eine zweite Tabelle gespeichert hält, in der die Portkennungen benachbarter ATM-Vermittlungen sowie benachbarter ATM-Terminals
 45 gespeichert sind, welche direkt mit dem Port verbunden sind;
 ein Netzmanagementsystem durch Zugriff auf die zweite Tabelle jeder ATM-Vermittlung sowie jedes ATM-Terminals automatisch erkennt, mit welchen ATM-Ports benachbarter ATM-Vermittlungen bzw. benachbarter ATM-Terminals jeder ATM-Port jeder ATM-Vermittlung bzw. jedes ATM-Terminals verbunden ist.
- 50 4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, wobei, wenn ein Netzmanagement-Agent mehrere ATM-Vermittlungen sowie mehrere ATM-Terminals verwaltet, der Netzmanagement-Agent für jede der mehreren ATM-Vermittlungen bzw. jedes der mehreren ATM-Terminals eine Tabelle aufweist, wobei diese Tabellen Netzadressen von Netzmanagement-Agents benachbarter ATM-Vermittlungen sowie benachbarter ATM-Terminals angeben, die mit dem jeweiligen Port jeder ATM-Vermittlung bzw. jedes ATM-Terminals
 55 verbunden sind.
5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, wobei, wenn ein Netzmanagement-Agent mehrere ATM-Vermittlungen sowie mehrere ATM-Terminals verwaltet, der Netzmanagement-Agent die mehreren ATM-Vermittlungen bzw. die mehreren ATM-Terminals unterscheidet und für jede der mehreren ATM-Vermittlungen bzw. jedes der mehreren ATM-Terminals eine Tabelle aufweist, wobei diese Tabellen die Identität von
 60 Ports benachbarter ATM-Vermittlungen sowie benachbarter ATM-Terminals angeben, mit denen der jeweilige Port jeder ATM-Vermittlung bzw. jedes ATM-Terminals verbunden ist.
6. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, wobei, wenn ein Netzmanagement-Agent mehrere ATM-Vermittlungen bzw. mehrere ATM-Terminals verwaltet, der Netzmanagement-Agent die mehreren ATM-Vermittlungen bzw. die mehreren ATM-Terminals unterscheidet, wobei jeder Netzmanagement-Agent mehrere Tabellen für jede der mehreren ATM-Vermittlungen bzw. jedes der mehreren ATM-Terminals aufweist,
 65 wobei diese Tabellen Netzadressen von Netzmanagement-Agents benachbarter ATM-Vermittlungen bzw. ATM-Terminals angeben, die mit jedem Port jeder ATM-Vermittlung bzw. jedes ATM-Terminals verbunden sind, und außerdem angeben, mit welchen Ports benachbarter ATM-Vermittlungen bzw. benachbarter

ATM-Terminals jeder Port verbunden ist.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei,

wenn jede ATM-Vermittlung bzw. jedes ATM-Terminal Vermittlungskennungen mit benachbarten ATM-

Vermittlungen bzw. benachbarten ATM-Terminals austauscht,

jede ATM-Vermittlung bzw. jedes ATM-Terminal jede der Netzadressen, jede der Portkennungen und jede

der Vermittlungskennungen in Form einer Management-Information-Basis für jeden Port gespeichert hält

und mit benachbarten ATM-Vermittlungen bzw. ATM-Terminals durch eine Austauschprozedur für Mana-

gement Information Bases kommuniziert.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 7, wobei,

wenn jede ATM-Vermittlung sowie jedes ATM-Terminal Netzadressen von Netzmanagement-Agents mit

benachbarten ATM-Vermittlungen sowie ATM-Terminals austauscht,

jede ATM-Vermittlung bzw. jedes ATM-Terminal jede der Netzadressen, jede der Portkennungen und jede

der Vermittlungskennungen in Form einer Management-Information-Basis für jeden Port gespeichert hält

und mit benachbarten ATM-Vermittlungen bzw. ATM-Terminals durch eine Austauschprozedur für Mana-

gement Information Bases kommuniziert.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 8, wobei

wenn jede ATM-Vermittlung bzw. jedes ATM-Terminal Portkennungen mit benachbarten ATM-Vermitt-

lungen bzw. ATM-Terminals austauscht,

jede ATM-Vermittlung bzw. jedes ATM-Terminal jede der Netzadressen, jede der Portkennungen und jede

der Vermittlungskennungen in Form einer Management-Information-Basis für jeden Port gespeichert hält

und mit benachbarten ATM-Vermittlungen bzw. ATM-Terminals durch eine Austauschprozedur für Mana-

gement Information Bases kommuniziert.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei jede ATM-Vermittlung und jedes ATM-Terminal in

jedem Port jede Adresse und jede Kennung in Form einer Management-Information-Basis (MIB) als die

Einrichtung gespeichert hält, durch welche jede ATM-Vermittlung und jedes ATM-Terminal Netzadressen

von Netzmanagement-Agents, ATM-Portkennungen bzw. Vermittlungskennungen mit benachbarten

ATM-Vermittlungen bzw. ATM-Terminals austauscht, und wobei benachbarte Vermittlungen oder benach-

barte Terminals mit Hilfe einer MIB-Austauschprozedur miteinander kommunizieren.

Hierzu 20 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

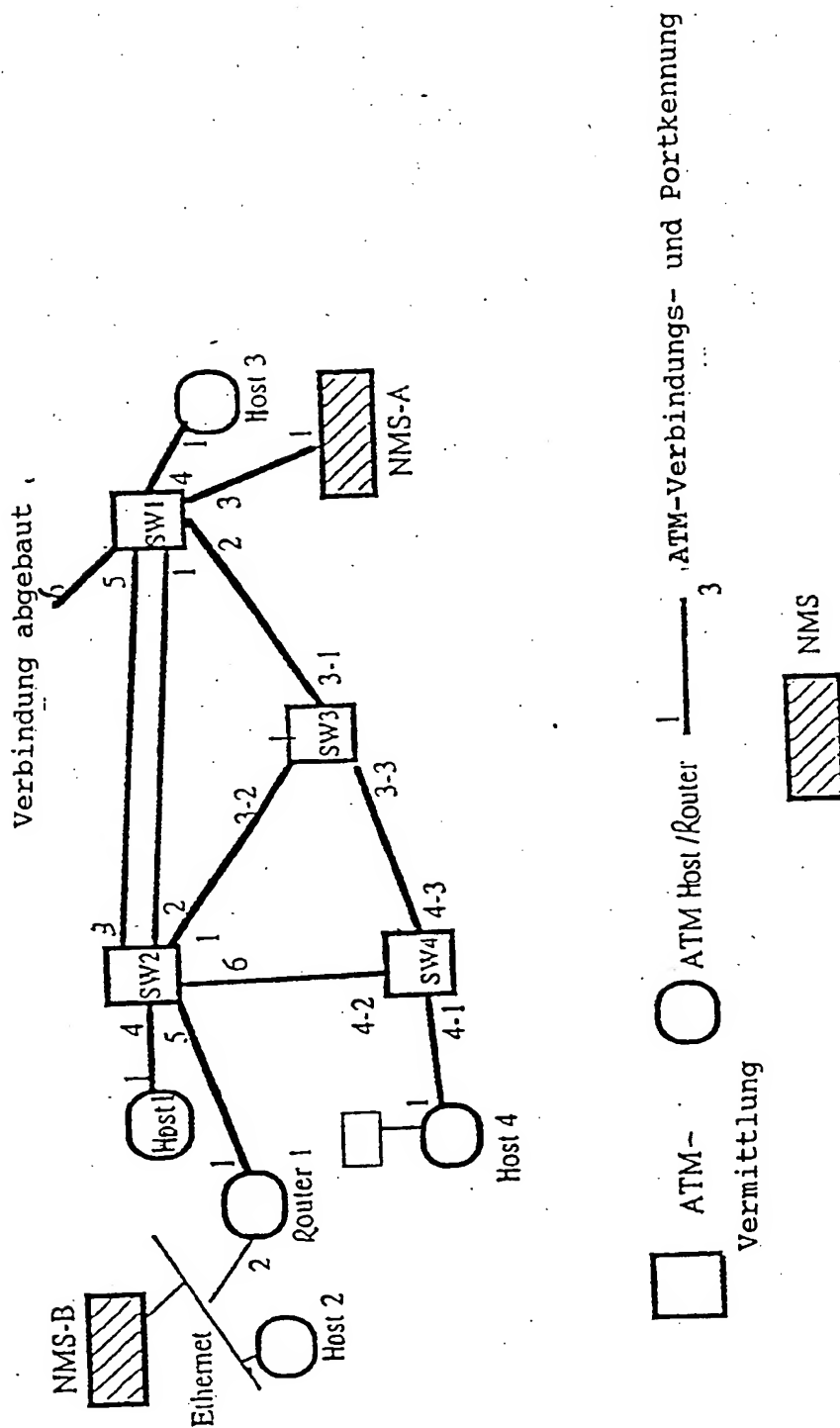


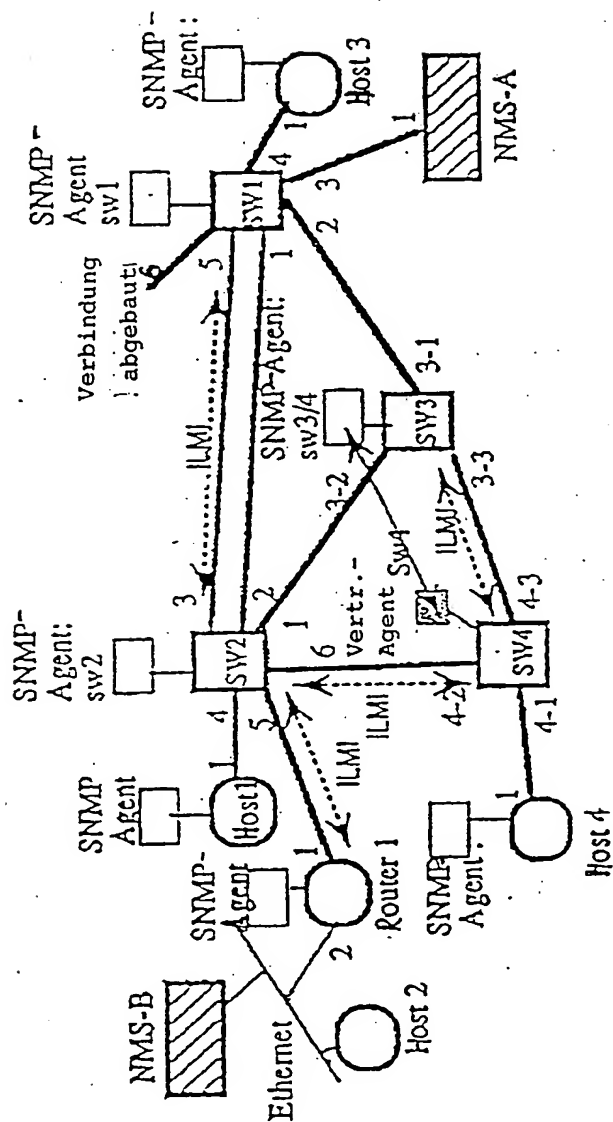
FIG. 1
(Stand der Technik)

FIG. 2
 (Stand der Technik)

Router1: Datenverbindungs-IP-Adressenumwandlungstabelle

| Port | Inf.-Typ | Datenverbindgs.-Adresse | IP-Adresse |
|------|----------|--|---|
| 2 | Ethernet | MAC-Host 2 MAC-NMS-B | IP-Host 2 IP-NMS-B |
| 1 | ATM | ATM-Host 1 ATM-Host 3 ATM-Host 4 ATM-NMS-A ATM-Sw1 ATM-Sw2 ATM-Sw3/4 | IP-Host 1 IP-Host 3 IP-Host 4 IP-NMS-A IP-Sw1 IP-Sw2 IP-Sw3/4 |

FIG. 3



ATM- Vermittlung
ATM Host/Router
ATM-Verbindungs- und Portkennung

SNMP-Agent
Vertr.-Agent
NMS

FIG. 4

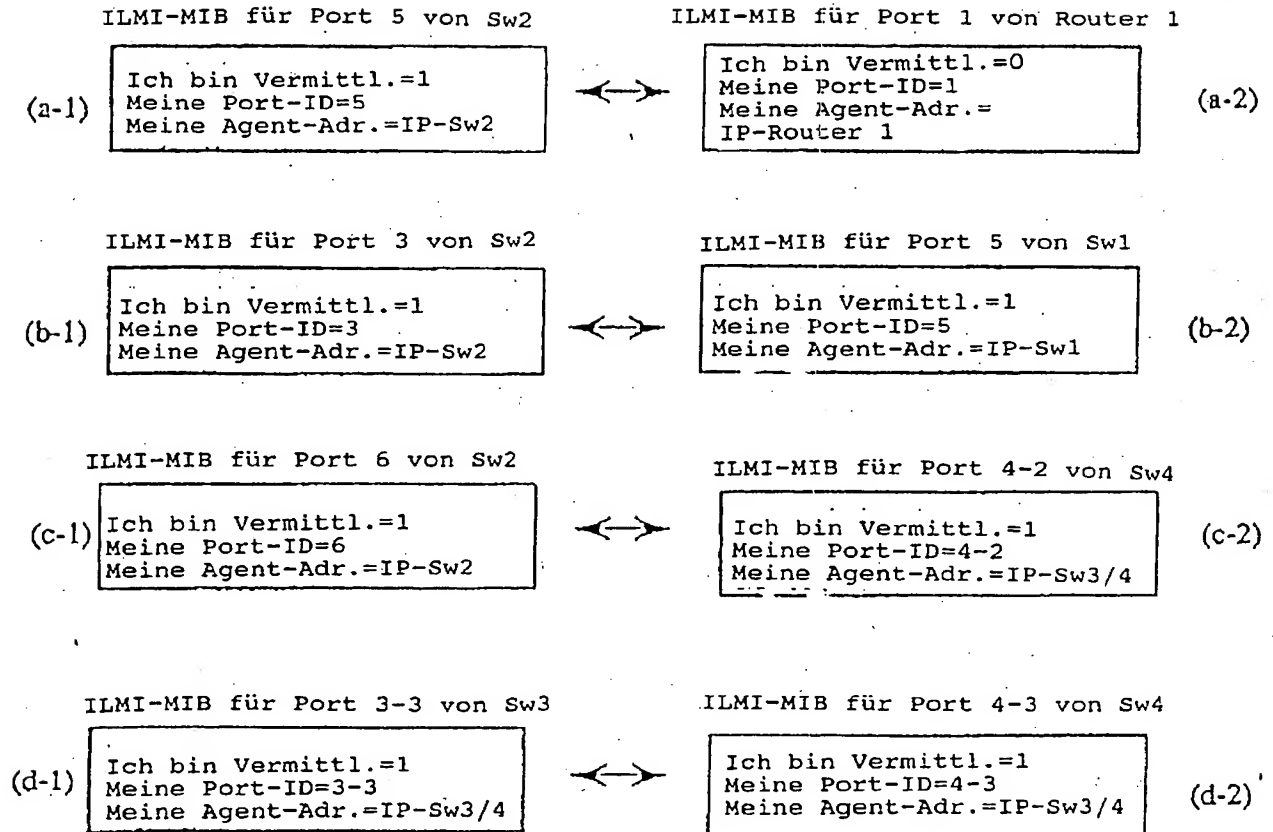


FIG. 5

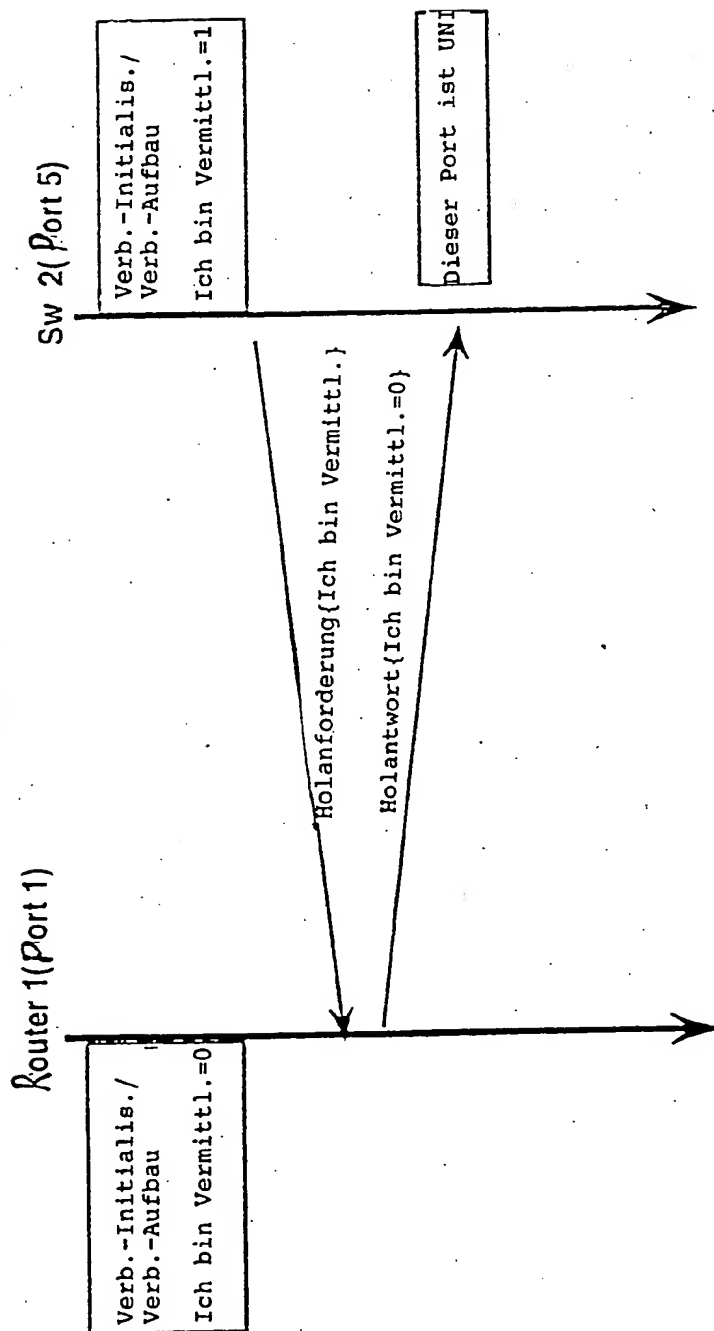


FIG. 6

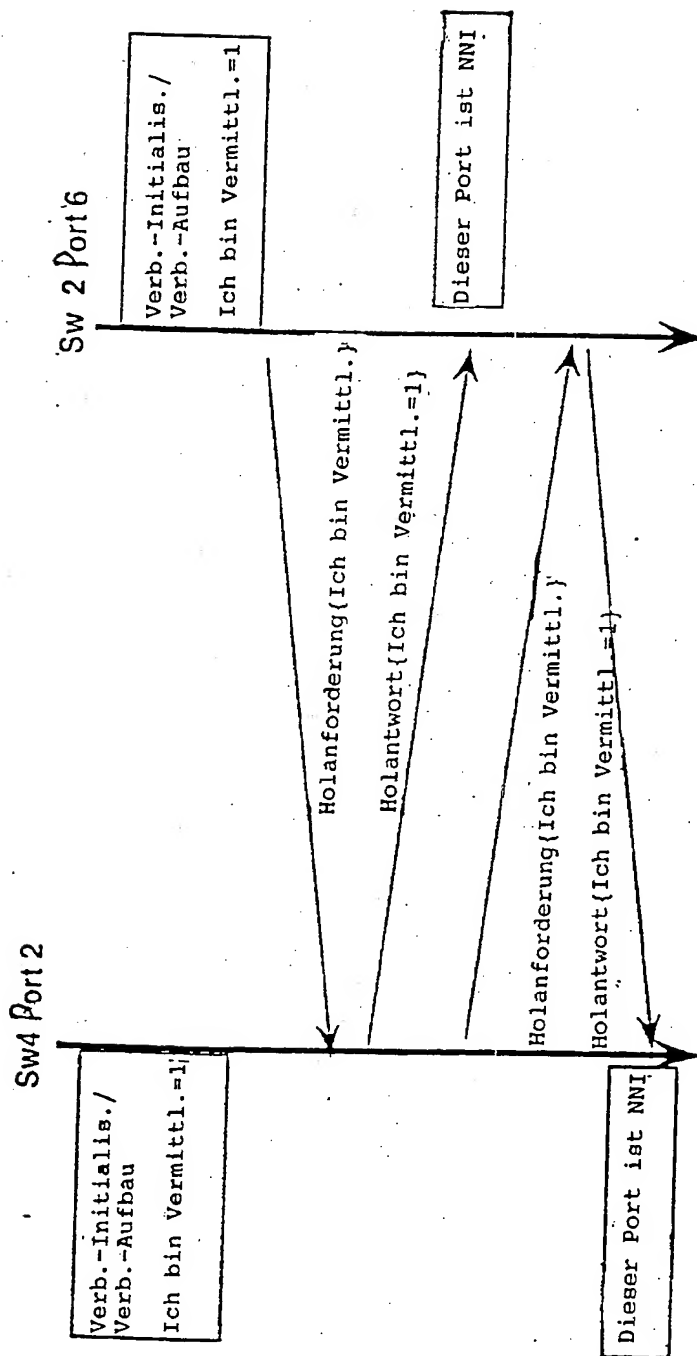
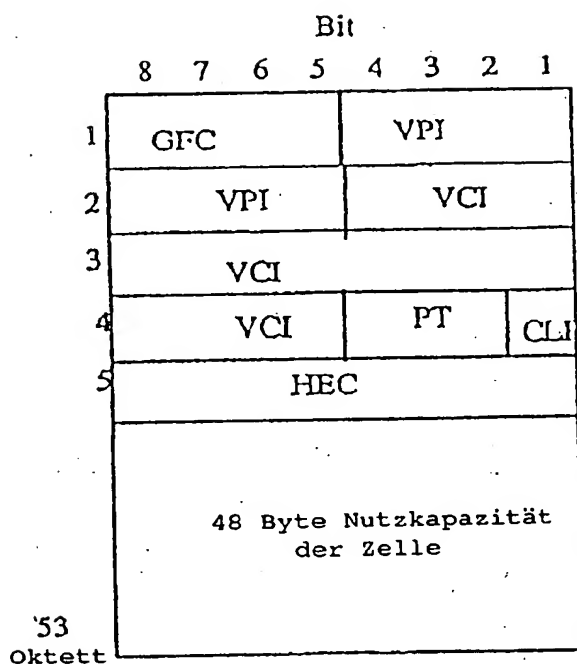
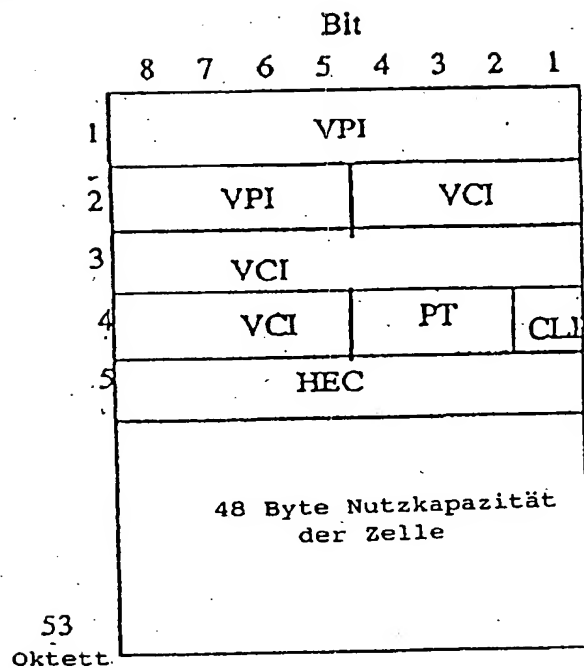


FIG. 7



UNI-Zellenformat



NNI-Zellenformat

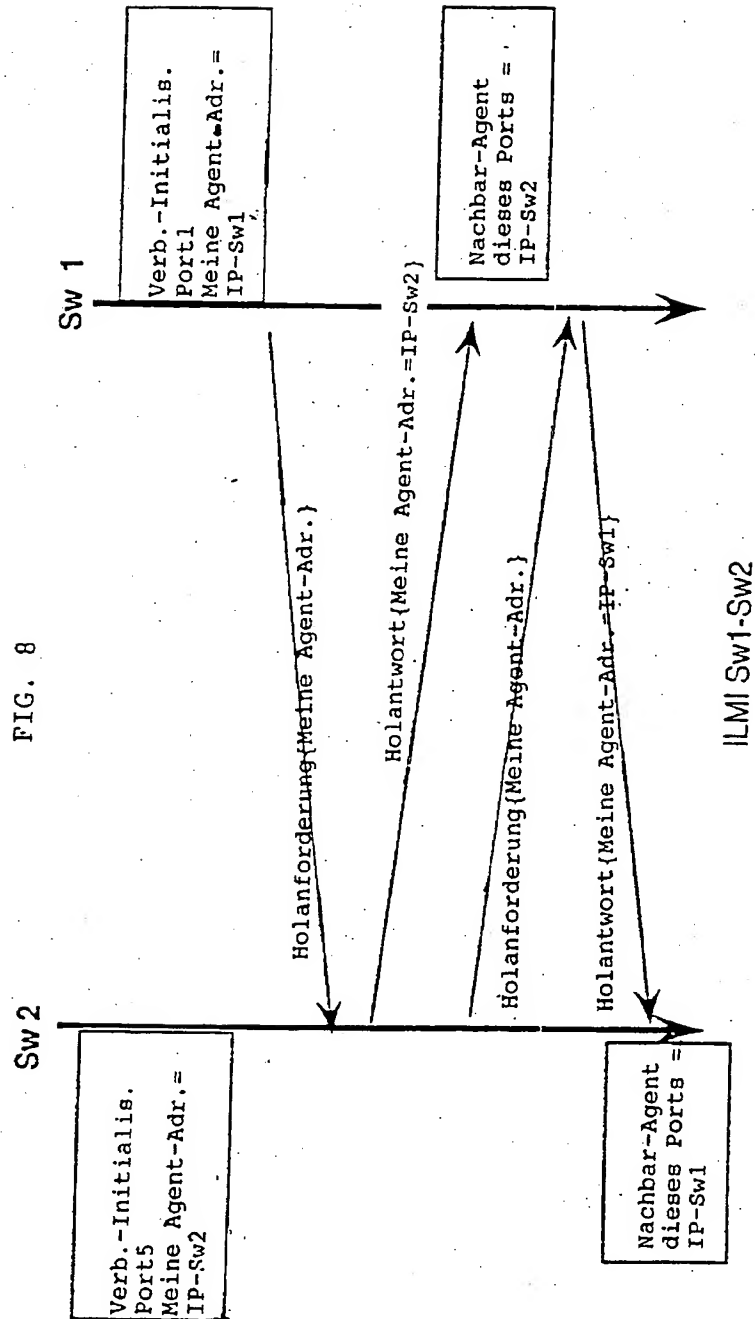


FIG. 9

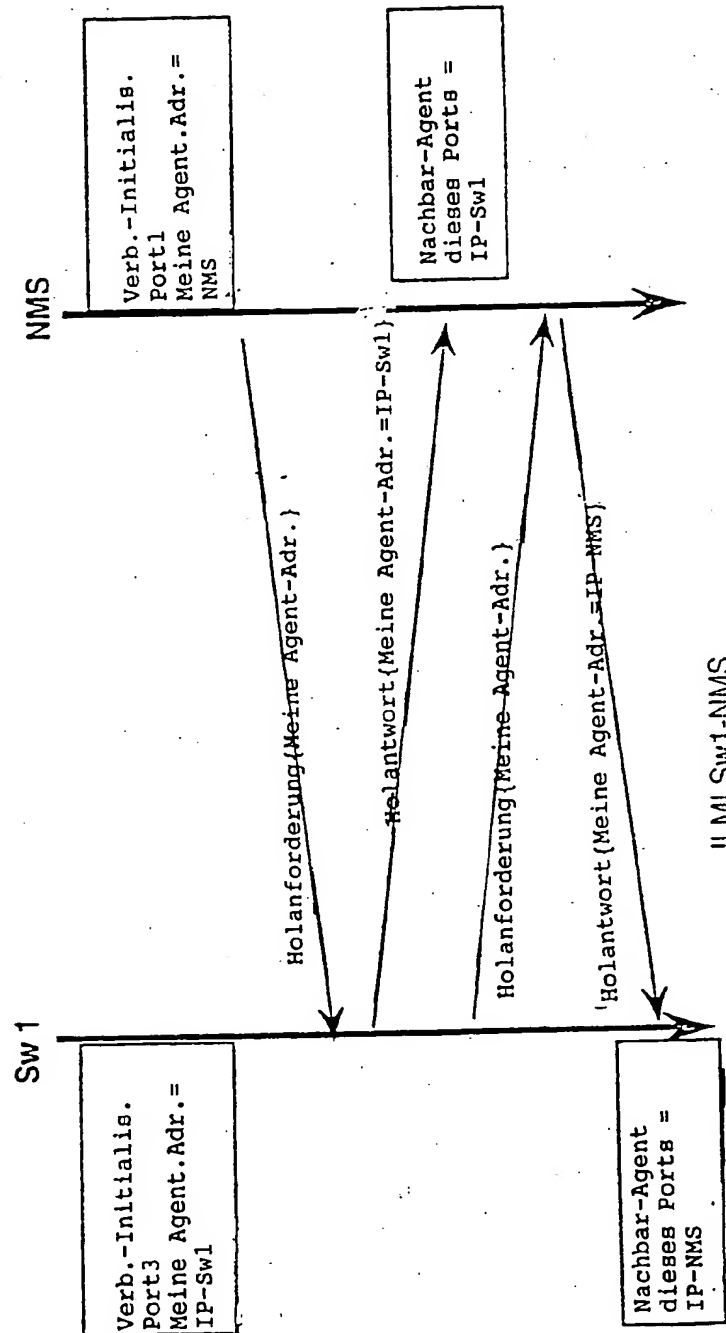


FIG. 10

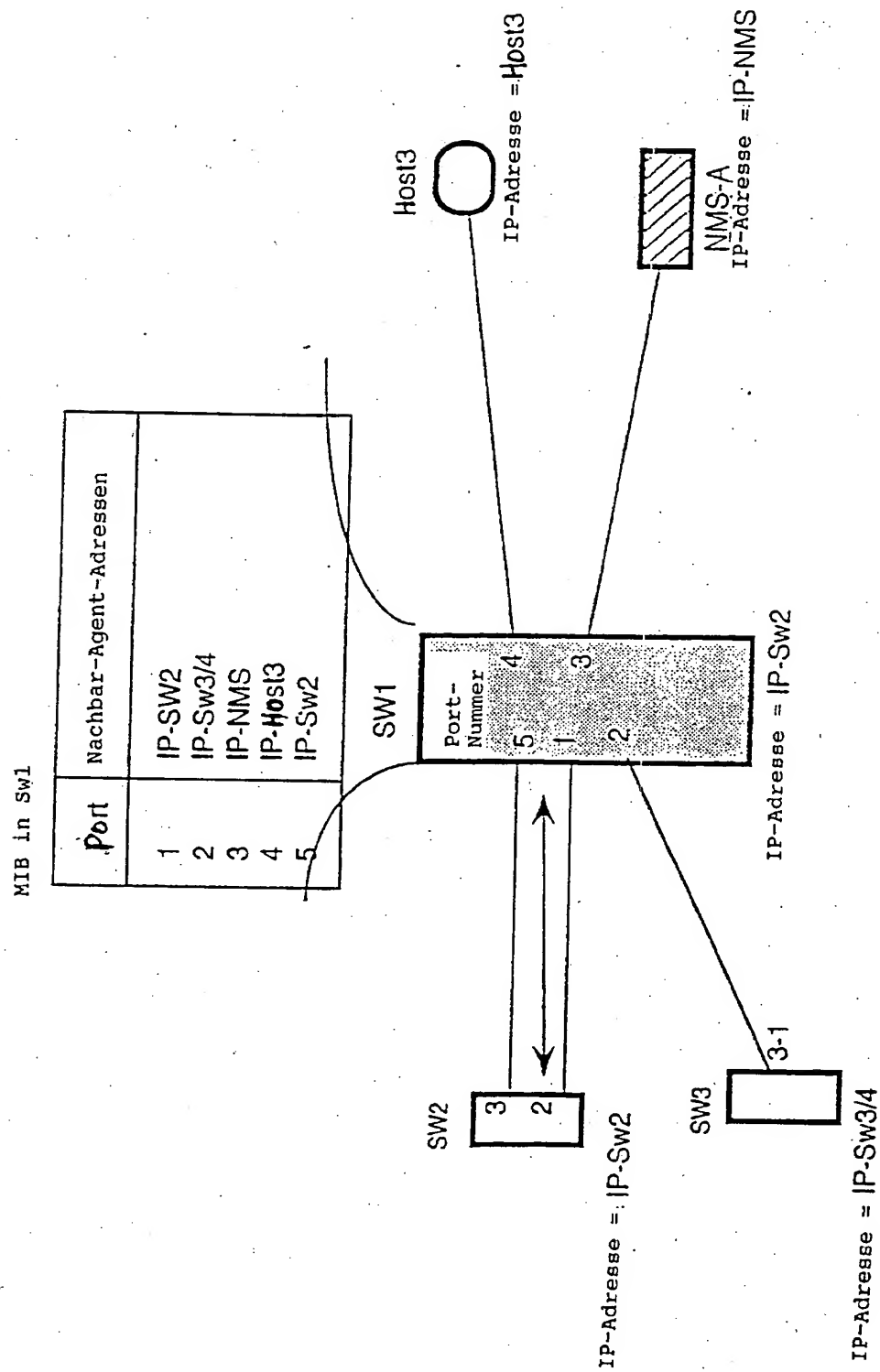


FIG. 11

(a) Agent IP-Sw1 - Port-Tabelle

| MeinPort | UNI / NNI | Nachbar-Agent | Nachbar-Port |
|----------|---------------------|---------------|--------------|
| 1 | NNI | IP-sw2 | 2 |
| 2 | NNI | IP-sw3/4 | 3-1 |
| 3 | UNI | NMS-A | 1 |
| 4 | UNI | IP-Host3 | 1 |
| 5 | NNI | IP-sw2 | 3 |
| 6 | Verb. - abgebaut | | |

(c) Agent IP-Sw3/4 - Port-Tabelle

| MeinPort | UNI / NNI | Nachbar-Agent | Nachbar-Port | sw |
|----------|-----------|---------------|--------------|-----|
| 3-1 | NNI | IP-sw1 | 2 | |
| 3-2 | NNI | IP-sw2 | 1 | sw3 |
| 3-3 | NNI | IP-sw3/4 | 4-3 | |
| 4-1 | UNI | IP-Host4 | 1 | |
| 4-2 | NNI | IP-sw2 | 6 | sw4 |
| 4-3 | NNI | IP-sw3/4 | 3-3 | |

(b) Agent IP-Sw2 - Port-Tabelle

| MeinPort | UNI / NNI | Nachbar-Agent | Nachbar-Port |
|----------|-----------|---------------|--------------|
| 1 | NNI | IP-sw3/4 | 3-2 |
| 2 | NNI | IP-sw1 | 1 |
| 3 | NNI | IP-sw1 | 5 |
| 4 | UNI | IP-Host1 | 1 |
| 5 | UNI | IP-Router1 | 1 |
| 6 | NNI | IP-sw3/4 | 4-2 |

FIG. 12

Router1 - ATM-Port-Tabelle

| MeinPort | UNI/NNI | Nachbar-Agent | Nachbar-Port |
|----------|---------|---------------|--------------|
| 1 | UNI | IP-sw2 | 5 |

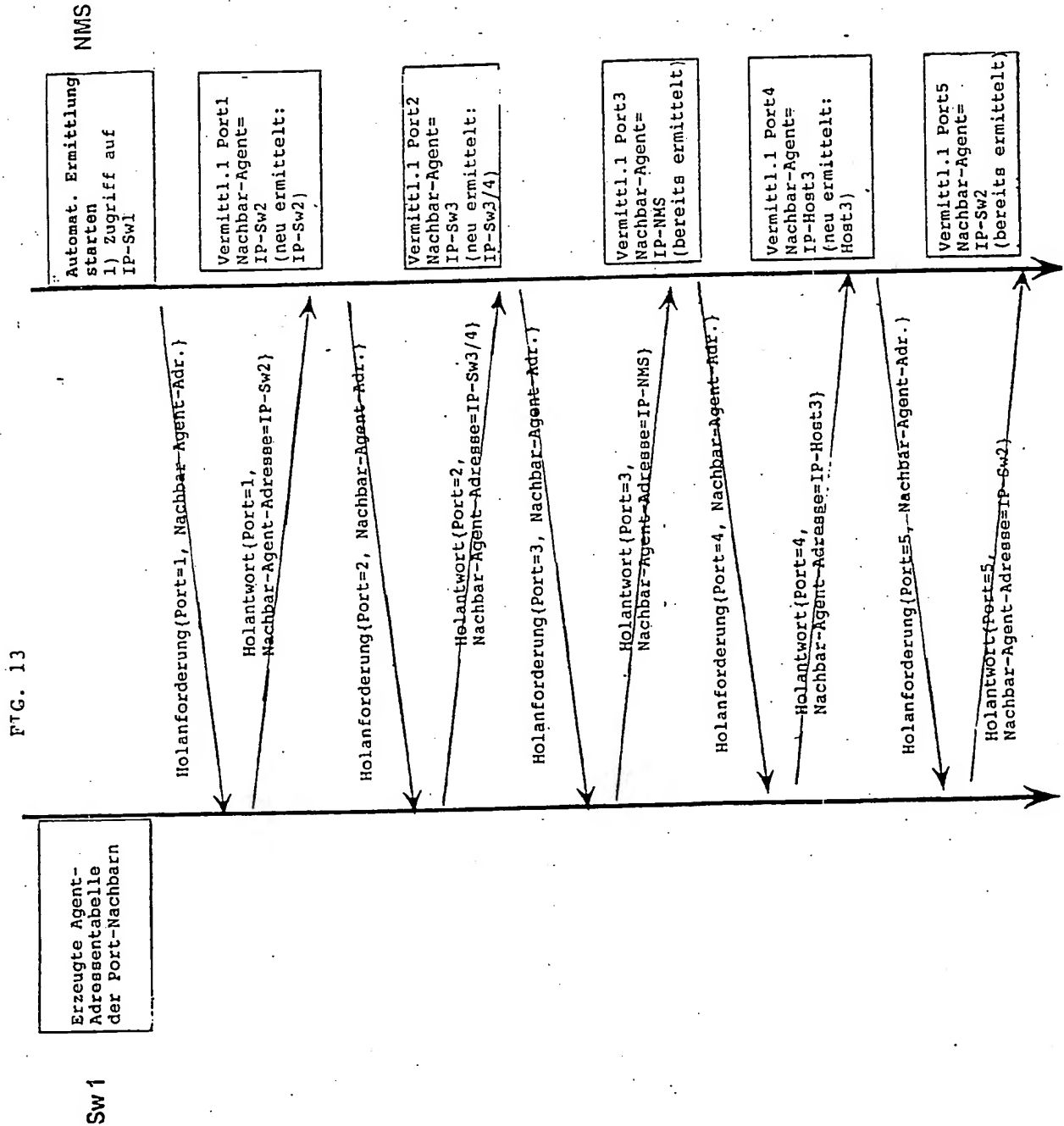


FIG. 14

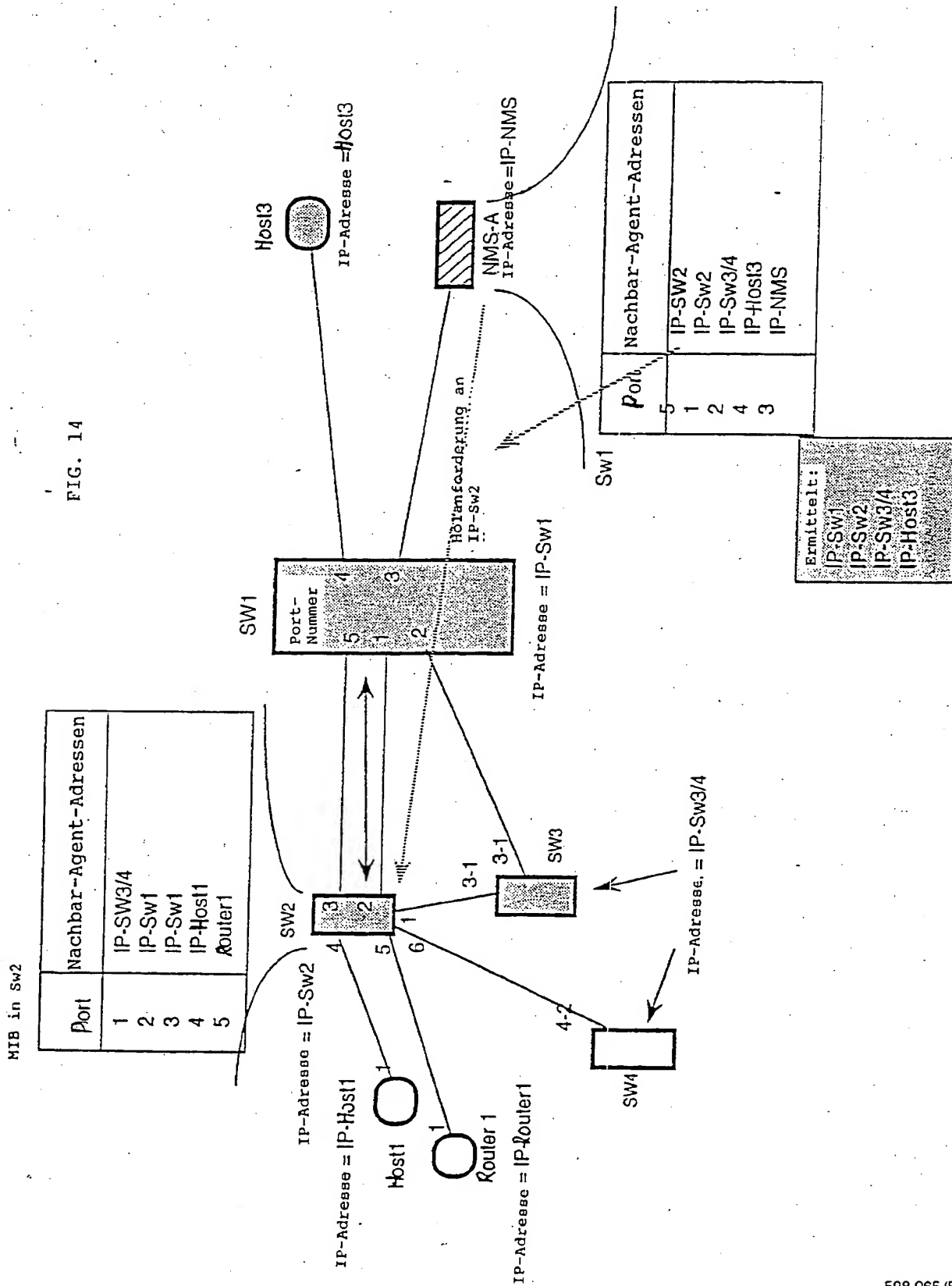


FIG 15

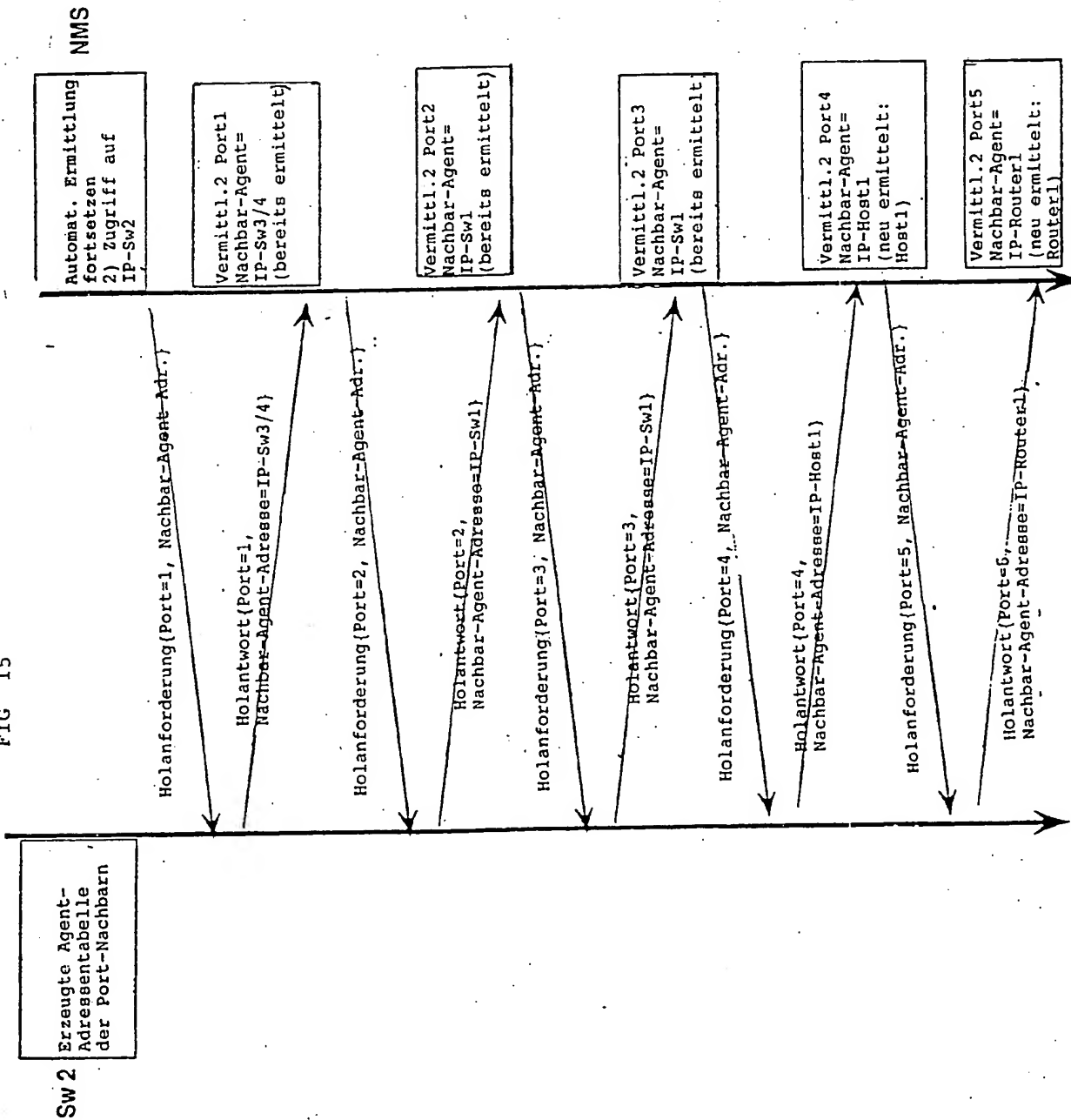


FIG. 16

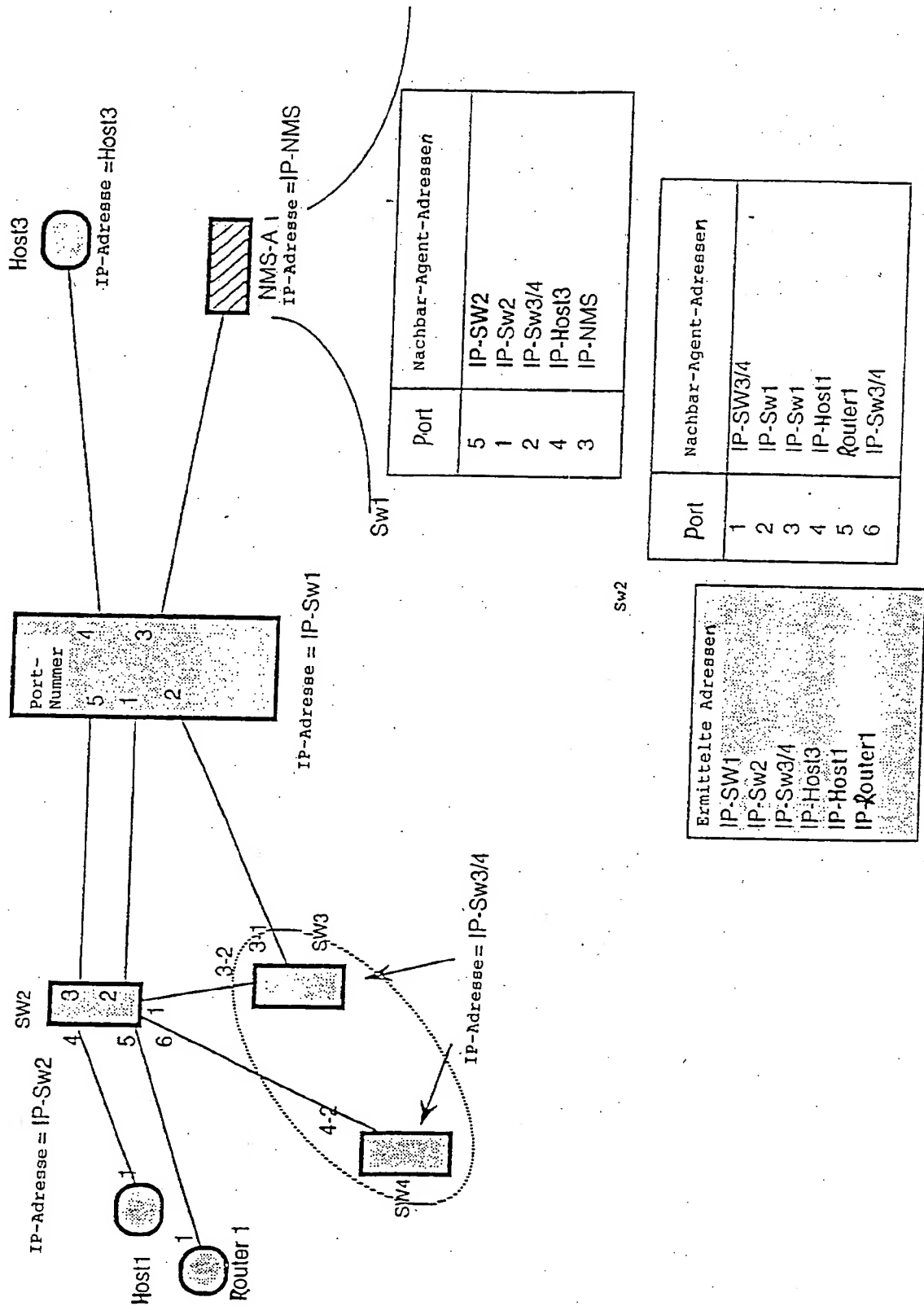


FIG. 17

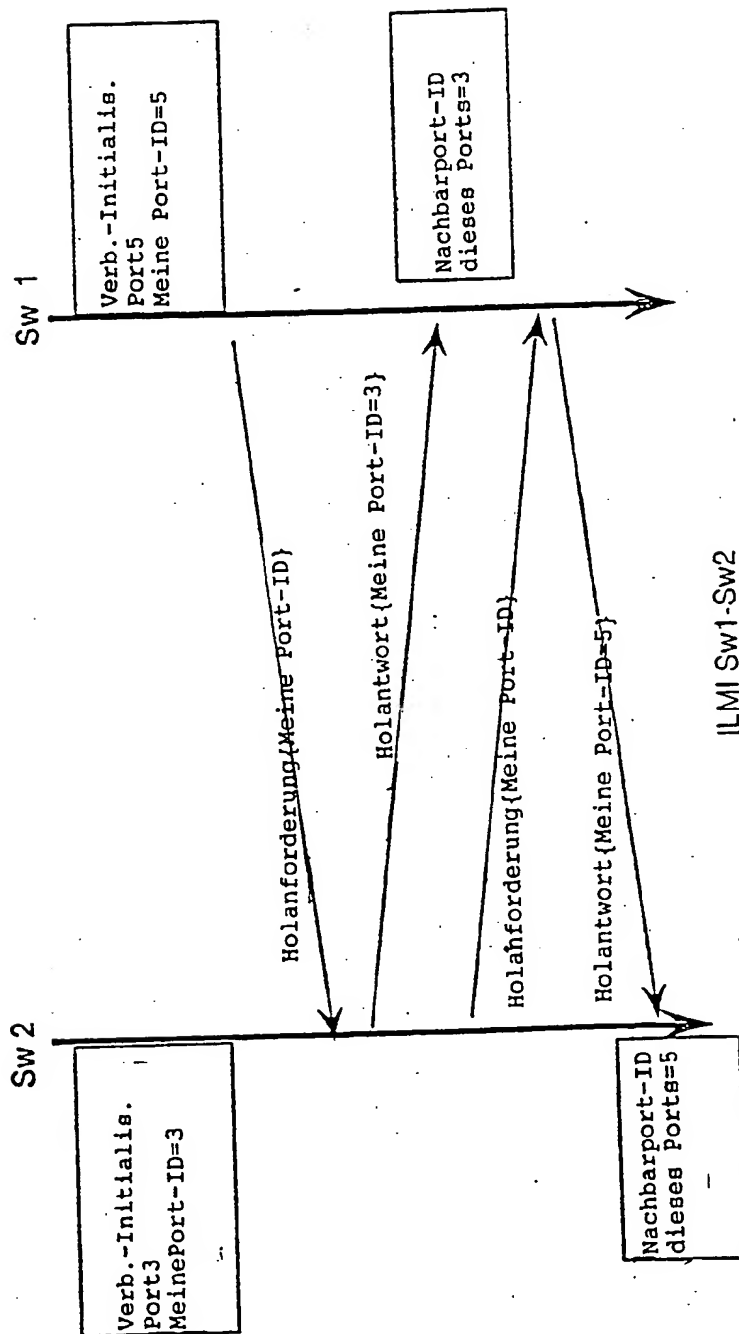


FIG. 18

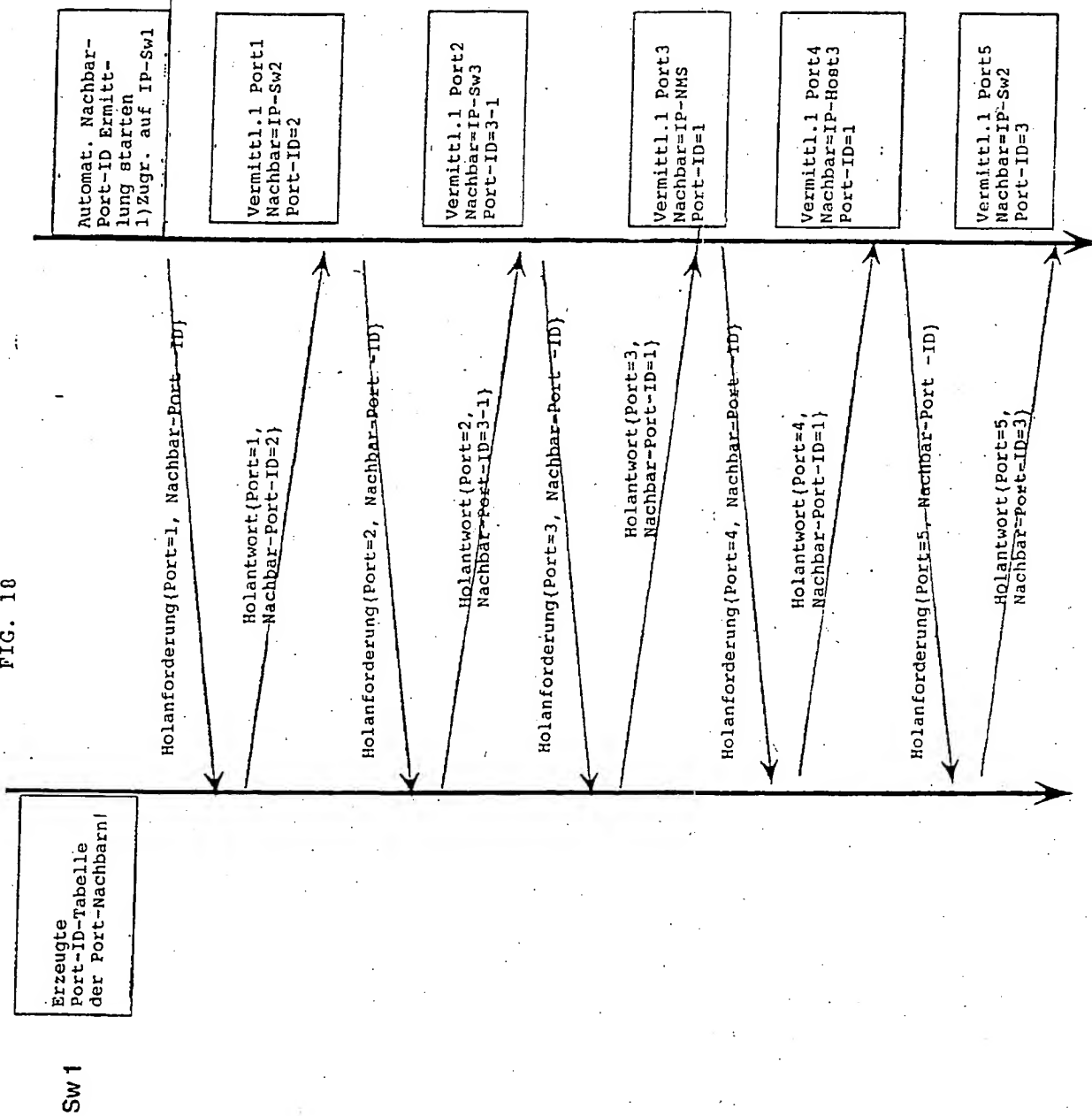


FIG. 19

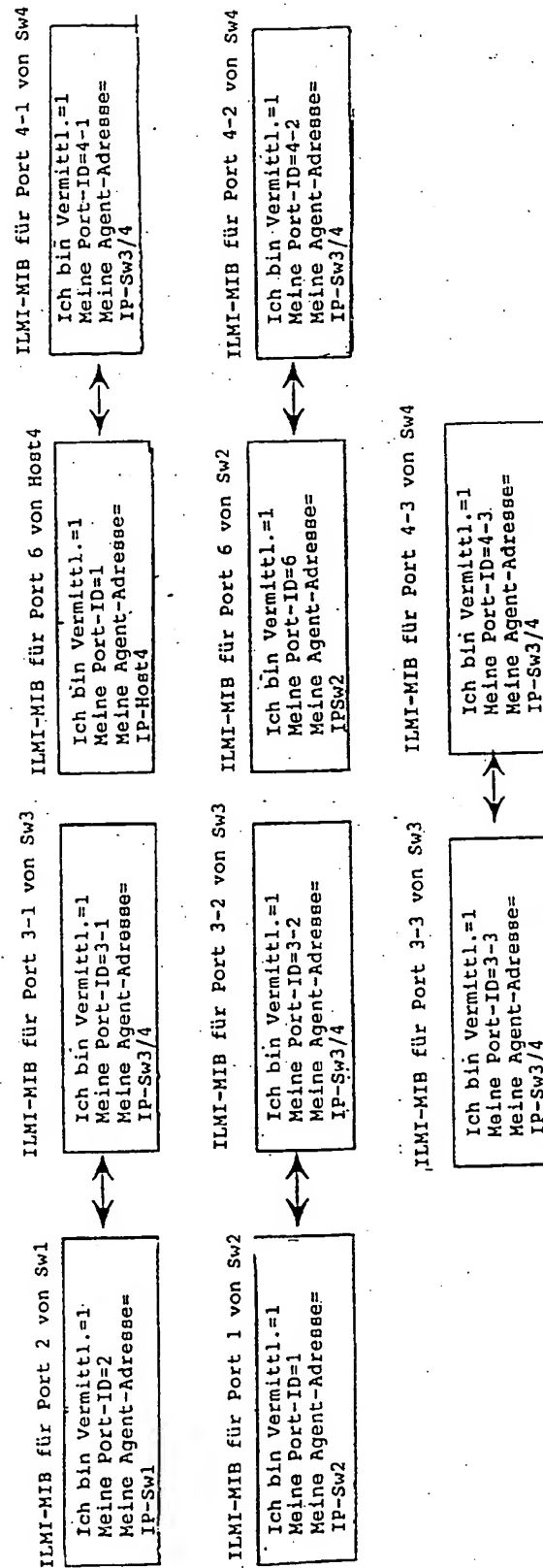


FIG. 20

MIB in Sw3/4

| Myport | Nachbar-Agent | Entfernter Port | SW |
|--------|---------------|-----------------|-----|
| 3-1 | IP-sw1 | 2 | SW3 |
| 3-2 | IP-sw2 | 1 | |
| 3-3 | IP-sw3/4 | 4-3 | |
| 4-1 | IP-Host4 | 1 | SW4 |
| 4-2 | IP-sw2 | 6 | |
| 4-3 | IP-sw3/4 | 3-3 | |

